

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-267748

(43)Date of publication of application : 25.09.2003

(51)Int.CI. C03C 3/068
C03B 11/00
G02B 1/00

(21)Application number : 2002-074322 (71)Applicant : HOYA CORP

(22)Date of filing : 18.03.2002 (72)Inventor : HAYASHI KAZUTAKA
SUU GAKUROKU

(54) OPTICAL GLASS FOR PRECISION PRESS MOLDING, PREFORM FOR PRECISION PRESS MOLDING AND ITS MANUFACTURING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide high refractive index low dispersion optical glass used for manufacturing an optical element eliminating the need for the machining such as grinding and polishing on the optical functional surface after precision press molding.

SOLUTION: The optical glass for precision press molding contains B₂O₃, SiO₂, La₂O₃, Gd₂O₃, ZnO, Li₂O, ZrO₂ and Ta₂O₅ as essential components and 0-1 mol% Sb₂O₃ as an optional component and substantially does not contain PbO and Lu₂O₃ and has a glass transition temperature of at most 630°C. In the optical glass, (1) refractive index (nd) and Abbe number (vd) satisfy all of the inequalities 1.80<(nd)≤1.90, 35<(vd)≤50 and (nd)≥2.025-(0.005×(vd)), or (2) (nd) is larger than 1.85 and (vd) is larger than 35.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 07.03.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is Sb 2O3 as an indispensable component considering B-2s La [O3, SiO2, and] 2O3, Gd2O3, ZnO, Li2O, and ZrO2 and Ta 2O5 as an arbitration component. While 0-1-mol % is included Excluding PbO and Lu 2O3 a parenchyma top, glass transition temperature is 630 degrees C or less, and a refractive index nd and Abbe number nud are relational-expression

$$1.80 < nd \leq 1.9035 < nud \leq 50nd = 2.025. - (0.005xnud)$$

Optical glass for precision press forming characterized by filling all.

[Claim 2] It is Sb 2O3 as an indispensable component considering B-2s La [O3, SiO2, and] 2O3, Gd2O3, ZnO, Li2O, and ZrO2 and Ta 2O5 as an arbitration component. While 0-1-mol % is included Optical glass for precision press forming characterized by for glass transition temperature being 630 degrees C or less, for a refractive index nd being larger than 1.85, and Abbe number nud being larger than 35, excluding PbO and Lu 2O3 a parenchyma top.

[Claim 3] By a mol % displays, it is B-2 O3 as an indispensable component. 15 - 40%, SiO2 3 - 25%, La 2O3 5 - 20%, Gd 2O3 5 - 20%, ZnO 2 - 35%, Li2O 0.5 - 15%, ZrO2 While 0.5 - 15% and 2O50.2 - 10% of Ta are included It is WO3 as an arbitration component. 0 - 15%Y 2O30 - 8%, Yb 2O3 0 - 8%, and Sb 2O3 Nb 2O5, and BaO and GeO2 are included in a list 0 to 1%. The sum total content of said component is 95% or more, glass transition temperature is 630 degrees C or less, excluding PbO and Lu 2O3 on parenchyma, and a refractive index nd and Abbe number nud are relational-expression

$$1.80 < nd \leq 1.9035 < nud \leq 50nd = 2.025. - (0.005xnud)$$

Optical glass for precision press forming characterized by filling all.

[Claim 4] Optical glass for precision press forming according to claim 1, 2, or 3 whose mol % molar fractions of the content of La 2O3 to said sum total content the sum total content of La 2O3, Gd2O3, Yb2O3, Y2O3, and Sc2O3 is 12-32-mol %, and are 0.35-0.66.

[Claim 5] Preforming for precision press forming which becomes claim 1 thru/or any 1 term of 4 from the optical glass of a publication.

[Claim 6] The optical element which becomes claim 1 thru/or any 1 term of 4 from the optical glass of a publication.

[Claim 7] The manufacture approach of preforming for precision press forming characterized by flowing out the melting glass which becomes claim 1 thru/or any 1 term of 4 from the optical glass of a publication from an outflow pipe, separating the melting glass of the amount of Sadashige Tokoro, and fabricating the melting glass of said separated amount of Sadashige Tokoro while this glass is in a softening condition.

[Claim 8] The manufacture approach of the optical element characterized by using preforming produced by preforming or an approach according to claim 7 according to claim 5 as said preforming in heating preforming which consists of optical glass, softening, and manufacturing an optical element by precision press forming.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to preforming for precision press forming, optical elements, and those manufacture approaches at the optical glass for precision press forming, and a list. This invention relates to the manufacture approach of the aforementioned preforming and an optical element in more detail at preforming for precision press forming and the optical element which do not need machining of grinding, polish, etc. after precision press forming in an optical functional side, for example, consist of optical glass of high refractive-index low distribution used for manufacture of optical elements, such as an ultraprecise aspheric lens, and this optical glass, and a list.

[0002]

[Description of the Prior Art] While high integration of the device which uses optical system by the appearance of a digital camera, and advanced features are advanced quickly in recent years, in order for the demand of highly-precise-izing, light weight, and miniaturization to optical system to also have become strong increasingly and to realize this demand, the optical design which used the aspheric lens is becoming in use. For this reason, since the aspheric lens which used highly efficient nature glass is supplied adequately in large quantities by low cost, an optical surface is directly formed by press forming, the mold forming technique which does not need grinding and a polish process attracts attention, and the demand to the optical glass suitable for mold shaping which has highly efficient nature (for example, a high refractive index and low distribution / high refractive index, quantity distribution, etc.) is continuing increasing every year.

[0003] Precision press forming of glass is the technique of obtaining the glass mold goods which have a final product configuration or a configuration very near it, and profile irregularity using the die which has the cavity of a predetermined configuration by carrying out pressing of the glass shaping reserve object (preforming) under an elevated temperature, and according to the precision press forming concerned, it can manufacture the mold goods of a request configuration under high productivity. For this reason, in current, various optical-glass components, such as a spherical lens, an aspheric lens, and a diffraction grating, are manufactured by precision press forming. Since it is naturally required to carry out pressing of the glass shaping reserve object under an elevated temperature as mentioned above in order to obtain optical-glass components by precision press forming, the die used for a press is put to an elevated temperature, and high pressure is applied. For this reason, about gob preforming for glass shaping, to make the transition temperature Tg and the surrendering point temperature Ts of glass as low as possible is desired from a viewpoint of controlling the damage on the mold release film prepared in the inside front face of the die itself and the die concerned according to the hot environments of press forming.

[0004] Conventionally, as optical glass which has a high refractive-index low distribution (refractive-index $nd > 1.8$ and Abbe number $nud > 35$) optical constant, the various glass which uses B-2s La [O3 and] 2O3 etc. as an indispensable component is known, for example, it is indicated by JP,8-217484,A, JP,54-90218,A, JP,62-100449,A, etc.

[0005] However, in these optical glass, since the chief aim is put on improvement in devitrification-proof nature by each, in order to raise stability, expensive components, such as Lu₂O₃, are indispensable, or there is a problem that it is indispensable to contain so much Sb₂O₃ which is the component made harmful. Furthermore, since ZnO or Li₂O confirmed to the reduction in glass transition temperature hardly contained in a presentation which is set to very useful nd>1.8 and Abbe number nud>35 on an optical design among the glass presentations currently indicated by these official reports, the fitness over mold press forming was low.

[0006] refractive-index nd>1.8 made very useful on the design of optical system and Abbe number nud>35 (however (nd, nud), = (1. 85 35) --) [thus,] The optical glass for precision press forming which has the optical constant of optical glass which becomes removing the range surrounded by three points, (1.8, 45), and (1.8, 35), especially refractive-index nd>1.85, and Abbe number nud>35 is not yet proposed.

[0007] It is thought that developing a presentation for a mold press reducing glass transition temperature to a possible field economically since the content of a rare earth component is high and the glass which has such an optical constant generally has the low stability to devitrification depends this on it having been difficult.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] This invention is the basis of such a situation and aims at providing with the manufacture approach of of said preforming and optical element preforming for precision press forming and the optical element which consist of optical glass of high refractive-index low distribution used for manufacture of the optical element which does not need machining of grinding, polish, etc. for an optical functional side after precision press forming, and this optical glass, and a list.

[0009]

[Means for Solving the Problem] this invention persons came to complete this invention for the ability of that purpose to be attained based on a header and this knowledge including the specific component with the optical glass which has the glass transition temperature below a certain value, and a specific optical constant as an indispensable component, as a result of repeating research wholeheartedly, in order to attain said purpose.

[0010] That is, this invention is Sb₂O₃ as (1) indispensable component considering B-2s La [O₃ SiO₂, and]₂O₃, Gd₂O₃, ZnO, Li₂O, and ZrO₂ and Ta₂O₅ as an arbitration component. While 0-1-mol % is included Excluding PbO and Lu₂O₃ a parenchyma top, glass transition temperature is 630 degrees C or less, and a refractive index nd and Abbe number nud are relational-expression

$$1.80 < nd \leq 1.9035 < nud \leq 50nd = 2.025. - (0.005xnud)$$

The optical glass for precision press forming (optical-glass I is called hereafter.), [0011] which are characterized by filling all (2) It is Sb₂O₃ as an indispensable component considering B-2s La [O₃, SiO₂, and]₂O₃, Gd₂O₃, ZnO, Li₂O, and ZrO₂ and Ta₂O₅ as an arbitration component. While 0-1-mol % is included Optical glass for precision press forming characterized by for glass transition temperature being 630 degrees C or less, for a refractive index nd being larger than 1.85, and Abbe number nud being larger than 35, excluding PbO and Lu₂O₃ a parenchyma top (optical glass II is called hereafter.) [0012] (3) By a mol % displays, it is B-2 O₃ as an indispensable component. 15 - 40%, SiO₂ 3 - 25%, La₂O₃ 5 - 20%, Gd₂O₃ 5 - 20%, ZnO 2 - 35%, Li₂O 0.5 - 15%, ZrO₂ 0.5 - 15%, and Ta₂O₅ While 0.2 - 10% is included It is WO₃ as an arbitration component. 0 - 15%, Y₂O₃ 0 - 8%, Yb₂O₃ 0 - 8%, and Sb₂O₃ Nb₂O₅, and BaO and GeO₂ are included in a list 0 to 1%. The sum total content of said component is 95% or more, glass transition temperature is 630 degrees C or less, excluding PbO and Lu₂O₃ on parenchyma, and a refractive index nd and Abbe number nud are relational-expression 1.80 < nd <= 1.9035 < nud <= 50nd = 2.025. - (0.005xnud)

The optical glass for precision press forming (optical glass III is called hereafter.), [0013] which are characterized by filling all (4) The sum total content of La₂O₃, Gd₂O₃, Yb₂O₃, Y₂O₃, and Sc₂O₃ is 12-32-mol %. And the above whose mol % molar fractions of the content of La₂O₃ to said sum total content are 0.35-0.66 (1), (2) Or preforming for precision press forming which becomes any 1 term of the optical glass for precision press forming given in (3) terms, (5) above (1), or (4) terms from the

optical glass of a publication, (6) The optical element which becomes any 1 term of the above (1) thru/or (4) terms from the optical glass of a publication, [0014] (7) The melting glass which becomes any 1 term of the above (1) thru/or (4) terms from the optical glass of a publication It flows out from an outflow pipe and the melting glass of the amount of Sadashige Tokoro is separated. The melting glass of said separated amount of Sadashige Tokoro The manufacture approach of preforming for precision press forming characterized by fabricating while this glass is in a softening condition, Preforming which consists of (8) optical glass is heated, and it softens, and are in charge of manufacturing an optical element by precision press forming. And as said preforming The manufacture approach of the optical element characterized by using preforming produced by preforming given in the above-mentioned (5) term or the approach given in the above-mentioned (7) term is offered.

[0015]

[Embodiment of the Invention] By imprinting the shaping side of a press-forming mold for the glass material of said condition at a precision by heating a glass material, considering as the condition in which press forming is possible, and carrying out press forming to press forming in this invention using a press-forming mold Even if it does not machine grinding, polish, etc. to mold goods after press forming, it is the press-forming method which can produce the target goods (final product), and it is used when fabricating optical elements (for example, a lens, prism, etc.) generally. In precision press forming of an optical element, the shaping side of a press-forming mold is imprinted to a precision, and an optical functional side (field which achieves an optical function like the field which is made to pass the beam of light used as the controlled system of an optical element, or is reflected) is formed, and it becomes possible to demonstrate the engine performance as an optical functional side, for example, without machining to an optical functional side at least after press forming. Generally the approach of carrying out press forming of the optical element by such approach is called mall dope tex shaping, and in the optical functional side, since it is not necessary to grind, especially precision press forming of an aspheric lens serves as grinding and an approach excellent in productivity in the aspheric surface.

[0016] Although precision press forming is the approach of mass-producing the goods with which high profile irregularity like an optical element in this way and internal quality are demanded on the basis of high productivity, the glass used as the candidate for adaptation is restricted to what will be in the condition which can be deformed plastically at comparatively low temperature. When glass with a high glass transition temperature is used, in the case of precision press forming, it will be put to an elevated temperature, and consumption of said shaping side becomes intense, or breakage will also produce the shaping side of a press-forming mold. In precision press forming, even if a minute defect arises in the shaping side of a press-forming mold, the optical functional side of an optical element the defect of whose is a final product will imprint, and the engine performance as an optical element will be spoiled. Therefore, the glass transition temperature of usable glass is restricted to 630 degrees C or less.

[0017] There are three modes, optical-glass I, optical glass II, and optical glass III, in the optical glass of this invention, and optical-glass [of this invention] I is explained first. While optical-glass I of this invention contains B-2s La [O₃, SiO₂, and] 2O₃, Gd₂O₃, ZnO, Li₂O, and ZrO₂ and Ta 2O₅ as an indispensable component and contains 2O₃0-1-mol % of Sb(s) as an arbitration component Excluding PbO and Lu 2O₃ a parenchyma top, glass transition temperature is 630 degrees C or less, and a refractive index nd and Abbe number nud are relational-expression

$$1.80 < nd \leq 1.9035 < nud \leq 50nd = 2.025. - (0.005x nud)$$

It is glass which fills all.

[0018] In this optical-glass I, it is as the above-mentioned explanation about the reason glass transition temperature is 630 degrees C or less. Moreover, when the refractive index nd of an optical constant and Abbe number nud need to be the high refractive-index low distribution which fills each of three above-mentioned relational expression and this is shown in drawing, in drawing 1, it will be shown by the slash and nd and nud will exist in nd1.80 and the field except nud35. In addition, in drawing 1, an axis of abscissa is Abbe number nud, and an axis of ordinate is a refractive index nd.

[0019] Although there is especially no limit, it is [that the optical glass with which glass transition temperature is 630 degrees C or less, and a refractive index nd and Abbe number nud fill said three

relational expression about the content of each indispensable component in the optical-glass I concerned should just be obtained] desirable that it is a content in the below-mentioned optical glass III. In addition, an operation of each indispensable component is explained in the below-mentioned optical glass III.

[0020] Although Sb₂O₃ of the arbitration component in the optical-glass I concerned is used as a defoaming agent, effectiveness sufficient less than [1 mol %] is acquired. Moreover, if the content of Sb₂O₃ increases, a possibility that the shaping side of a press-forming mold may receive damage at the time of precision press forming will arise. Therefore, the amount of installation is limited to less than [1 mol %].

[0021] Moreover, in the optical-glass I concerned, PbO and Lu₂O₃ are not included on parenchyma. Here, it means that what was blended artificially is not included even if what is mixed as an impurity unescapable is unavoidable, if not contained on parenchyma. Generally, although precision press forming is performed in non-oxidizing atmospheres, such as nitrogen-gas-atmosphere mind, for the purpose of shaping side protection of a press-forming mold etc., cloudiness will produce PbO on the surface of mold goods with the sludge by the reduction at the time of precision press forming for the component which is easy to be returned. Moreover, since it is also the matter which is not desirable on an environment, PbO is eliminated. Generally operating frequency is low to Lu₂O₃ as a component of optical glass compared with other components. Moreover, since it is also the high matter of scarcity value, as an optical-glass raw material, it is a large sum, and from a cost side, it is a component not to use. Since optical-glass I of this invention combines the above-mentioned property and the stability as glass, it eliminates unnecessary Lu₂O₃.

[0022] Next, the optical glass II of this invention is Sb₂O₃ as an indispensable component considering B-2s La [O₃ SiO₂, and]₂O₃, Gd₂O₃, ZnO, Li₂O, and ZrO₂ and Ta₂O₅ as an arbitration component. While 0-1-mol % is included Glass transition temperature is 630 degrees C or less, excluding PbO and Lu₂O₃ on parenchyma, a refractive index nd is larger than 1.85, and Abbe number nud is bigger glass than 35.

[0023] In this optical glass II, it is as the above-mentioned explanation about the reason glass transition temperature is 630 degrees C or less. Moreover, a refractive index nd is larger than 1.85, and it is required for Abbe number nud to be bigger high refractive-index low distribution than 35.

[0024] Although there is especially no limit, it is [that glass transition temperature is 630 degrees C or less, and a refractive index nd is larger than 1.85, and Abbe number nud or bigger optical glass than 35 should just be obtained about the content of each indispensable component in the optical glass II concerned] desirable that it is a content in the below-mentioned optical glass III. In addition, an operation of each indispensable component is explained in the below-mentioned optical glass III.

[0025] It is as having explained Sb₂O₃ of the arbitration component in the optical glass II concerned in said optical-glass I. Moreover, in the optical glass II concerned, PbO and Lu₂O₃ are not included on parenchyma. It is as having also explained this in said optical-glass I.

[0026] The optical glass III of this invention is a mol % displays. As an indispensable component Furthermore, B-2O₃15-40%, SiO₂ 3 - 25%, La₂O₃ 5 - 20%, Gd₂O₃ 5 - 20%, ZnO 2 - 35%, Li₂O 0.5 - 15%, ZrO₂ 0.5 - 15%, and Ta₂O₅ While 0.2 - 10% is included It is 30 - 15% of WO(s), and Y₂O₃ as an arbitration component. 0 - 8%, Yb₂O₃ 0 - 8%, and Sb₂O₃ Nb₂O₅, and BaO and GeO₂ are included in a list 0 to 1%. The sum total content of said component is 95% or more, glass transition temperature is 630 degrees C or less, excluding PbO and Lu₂O₃ on parenchyma, and a refractive index nd and Abbe number nud are relational-expression 1.80<nd<=1.9035<nud<=50nd>=2.025. - (0.005xnud)

It is glass which fills all.

[0027] In this optical glass III, it is as the above-mentioned explanation about the reason glass transition temperature is 630 degrees C or less. Moreover, the refractive index nd of an optical constant and Abbe number nud need to be the high refractive-index low distribution which fills each of three above-mentioned relational expression like said optical-glass I. In addition, the above-mentioned presentation range is found out in experimental science. Moreover, the display of the content shown below is mol%.

[0028] B₂O₃ is the network structure formation oxide of glass, and is an indispensable component in the optical glass (I, II, III) of this invention. Although it is necessary to use B₂O₃ as the main network configuration components for formation of glass when introducing many high refractive-index components, such as La₂O₃ and Gd₂O₃, especially if it introduces exceeding 40%, since the refractive index of glass will fall, and sufficient stability cannot be acquired to devitrification to stopping being suitable for the purpose of obtaining high refraction glass at less than 15% and melting nature will fall, 15 - 40% of the amount of installation is desirable. It is 20 - 37% of range more preferably.

[0029] Although SiO₂ is the formation object of the glass network structure, it will reduce the liquid phase temperature of glass, will also raise elevated-temperature viscosity and will raise the stability of glass greatly further like B₂O₃ if it permutes by principal component B₂O₃ and carries out little addition to the glass which contains La₂O₃ and Gd₂O₃ so much. At less than 3%, if the above effectiveness becomes thin and introduces mostly exceeding 25% conversely, since in addition to the refractive index of glass falling glass transition temperature will become high and a precision press will become difficult, the amount of installation has 3 - 25% of desirable range. It is 5 - 20% of range more preferably.

[0030] La₂O₃ is an indispensable component which makes a refractive index high, without raising distribution, without falling the stability over devitrification of glass as mentioned above, and raises chemical durability. However, since the stability over devitrification will get worse remarkably to effectiveness sufficient at less than 5% not being acquired if it exceeds 20%, the amount of installation has 5 - 20% of desirable range. It is 7 - 18% of range more preferably.

[0031] Gd₂O₃ serves to raise the refractive index and chemistry endurance of glass like La₂O₃, without getting worse the stability and the property of low distribution over devitrification of glass. However, if it exceeds 20% to effectiveness with the content of Gd₂O₃ sufficient at less than 5% not being acquired, since the stability over devitrification will also get worse, glass transition temperature will rise and precision press forming will also become difficult, the amount of installation has 5 - 20% of desirable range. It is 7 - 18% of range still more preferably 6 to 18% more preferably.

[0032] In B₂O₃-SiO₂-La₂O₃-Gd₂O₃-ZnO-Li₂O-ZrO₂-Ta₂O₅ system glass, in order to maintain the highly efficient nature of high refractive-index low distribution (refractive-index $nd > 1.8$ and Abbe number $nud > 35$), the total quantity of La₂O₃+Gd₂O₃ is usually more preferably made into 12 - 32% 12% or more.

[0033] the content by a mol % displays of La₂O₃ to the sum total content by a mol % displays of the lanthanoids oxide Ln₂O₃ (Ln=La, Gd, Yb, Y, Sc) in glass -- comparatively (molar fraction) -- it is -- as for 2O₃/sigmaLn₂O₃ of La(s), 0.35-0.66 are desirable, and it is the range of 0.45-0.66 more preferably. The reason is explained below.

[0034] Although given, the fitness, i.e., the low glass transition temperature, of precision press forming, since it is necessary to add Li₂O which is the component which makes glass unstable as glass for precision press forming, glass formation will become impossible if the addition of an indispensable lanthanoids oxide is increased to a high refractive index and low dispersibility. Therefore, generally an addition (sigmaLn₂O₃) is restricted.

[0035] However, it found out that it becomes possible to obtain stable glass while this invention persons increase the addition of a lanthanoids system oxide by adding lanthanoids oxides other than La₂O₃ so that the molar fraction of La₂O₃ may be set to 0.35-0.66, and it became possible to carry out glass formation to stability also to the glass which added components, such as Li₂O to which stability is reduced. Moreover, it was also shown clearly by maintaining this ratio that it contributes to the fall of liquid phase temperature, and the improvement in elevated-temperature viscosity greatly. That is, when it was in the range of La₂O₃/sigmaLn₂O₃=0.35-0.66, the total quantity of sigmaLn₂O₃ was the same, and it became possible to obtain far stable glass as compared with the case where the ratio is large. Furthermore, it is desirable by the reason for the above to make the sum total content (sigmaLn₂O₃) of La₂O₃, Gd₂O₃, Yb₂O₃, Y₂O₃, and Sc₂O₃ into 12 - 32%.

[0036] Although it is the indispensable component which ZnO reduces the melting temperature, liquid phase temperature, and transition temperature of glass, and is indispensable also to adjustment of a

refractive index, if it introduces to the effectiveness that the above was expected not being acquired exceeding 35%, since distribution will also become large, the stability over devitrification will also get worse and chemical durability will also fall, at less than 2%, the amount of installation has 2 - 35% of desirable range. It is 5 - 32% of range more preferably.

[0037] Li₂O is a component for which the transition temperature of glass is sharply reduced with the decline in a large refractive index, and the fall of chemical durability compared with other alkali-metal oxide components. When introducing, the effectiveness is large, and it is especially little and is an effective component for adjusting the thermal physical properties of glass. However, if much Li₂O is introduced from 15% to a thing with the addition effectiveness of Li₂O thin at less than 0.5%, since the stability over devitrification of glass will fall rapidly and liquid phase temperature will also rise, the amount of installation has 0.5 - 15% of desirable range. It is 2 - 12% of range still more preferably 1 to 12% more preferably.

[0038] As for each of ZnO(s) and Li₂O, it is desirable to make the total amount ZnO+Li₂O more than 10 mol %, since it is the component for which glass transition temperature is reduced, and it is still more desirable to carry out to more than 15 mol %.

[0039] ZrO₂ is used as a component of a high refractive index and low distribution. Since it is effective in improving elevated-temperature viscosity and the stability over devitrification, without reducing the refractive index of glass by introducing little ZrO₂, it is desirable to introduce little ZrO₂. However, if the addition effectiveness of ZrO₂ receives not being obtained and introduces mostly exceeding 15% at less than 0.5%, since liquid phase temperature will rise rapidly and the stability over devitrification will also get worse, the amount of installation has 0.5 - 15% of desirable range. It is 1 - 10% of range more preferably.

[0040] Ta₂O₅ is used as a component of a high refractive index and low distribution. Since it is effective in improving elevated-temperature viscosity and the stability over devitrification, without reducing the refractive index of glass by introducing little Ta₂O₅, it is desirable to introduce little ZrO₂. However, if the addition effectiveness of Ta₂O₅ receives not being obtained at less than 0.2% and it introduces mostly exceeding 10%, since liquid phase temperature will rise rapidly and will become large [distribution], the amount of installation has 0.2 - 10% of desirable range. It is 1 - 8% of range more preferably.

[0041] In order that WO₃ may improve the stability of glass, and melting nature and may raise a refractive index, it is the component introduced suitably, but if the amount of installation exceeds 15%, since distribution will become large and a required low distribution property will no longer be acquired, 15% or less of the amount of installation is desirable. It is 12% or less more preferably.

[0042] Since Y₂O₃, Yb₂O₃, and BaO are used as a component of a high refractive index and low distribution, and there is a fault which the stability over devitrification of glass is spoiled [fault] greatly and raises transition temperature and surrendering point temperature when it introduces more mostly than 8% although the stability of glass is raised and chemical durability is raised when carrying out little installation, it is desirable to stop the amount of installation to 8% or less, respectively. It is 7% or less more preferably.

[0043] In order that Nb₂O₅ may improve the stability and the refractive index of glass, it is the component introduced suitably, but if the amount of installation exceeds 8%, since distribution will become large and a required low distribution property will no longer be acquired, 8% or less of the amount of installation is desirable. It is 5% or less more preferably.

[0044] Like SiO₂, GeO₂ stabilizes glass, it is the component which gives a high refractive index rather than SiO₂, and when making a high refractive index attain, it is introduced suitably. However, it is expensive, and in order to enlarge distribution, 8% or less of the amount used is desirable. Moreover, it is as having explained Sb₂O₃, and PbO and Lu₂O₃ in said optical-glass I.

[0045] using the component of the arbitration of the above-mentioned presentation range suitably -- the above, although the property shown as a desirable reason and the optical glass which has a property are obtained The presentation range more desirable especially is B-2 O₃ 20 - 37%, SiO₂ 5 - 20%, La₂O₃ 7 - 18%, Gd₂O₃ 6 - 18%, ZnO 5 - 32%, Li₂O 1 - 12%, 21 - 10% of ZrO(s), Ta₂O₅ 1 - 8%, WO₃ 0 -

12%, Y₂O₃ 0 - 7%, Yb₂O₃ 0 - 7%, Nb₂O₅ 0 - 5%, BaO 0 - 7%, GeO₂ 0 - 8%, and Sb₂O₃ La₂O₃ and the sum total content of Gd₂O₃ are 12 - 32% including 0 - 1%, and 2O₃/sigmaLn(s) 2O₃ of La(s) are 0.45-0.66. Especially the desirable presentation range is B-2 O₃. 20 - 37%, SiO₂ 5 - 20%, La₂O₃ 7 - 18%, Gd₂O₃ 7 - 18%, ZnO 5 - 32%, Li₂O 2 - 12%, ZrO₂ 1 - 10%, Ta₂O₅ 1 - 8%, WO₃ 0 - 12%, Y₂O₃ 0 - 7%, Yb₂O₃ 0 - 7%, Nb₂O₅ 0 - 5%, BaO 0 - 7%, 20 - 8% of GeO(s), Sb₂O₃ La₂O₃ and the sum total content of Gd₂O₃ are 12 - 32% including 0 - 1%, and 2O₃/sigmaLn(s) 2O₃ of La(s) are 0.45-0.66.

[0046] In addition, in the above-mentioned presentation range and the more desirable presentation range, and the especially desirable presentation range, although it is important to contain the total quantity of the above-mentioned component to at least 95% or more, obtaining the optical property of a request of glass in order to maintain stability For physical-properties adjustment, the component of others, such as 5% or less of Na₂O, K₂O, CaO, SrO, TiO₂ and aluminum 2O₃, and Ga₂O₃, may be introduced with the total quantity.

[0047] furthermore, the above-mentioned presentation range and the more desirable presentation range -- setting -- B-2s O₃, SiO₂, ZnO, and Li₂ -- O, La₂O₃, Gd₂O₃, and ZrO₂ and Ta₂ -- it is more desirable that the sum total content of O₅, WO₃, Y₂O₃, and Yb₂O₃ is 95% or more, it is still more desirable that it is 99% or more, and it is much more desirable that it is 100%.

[0048] As for the optical glass (I, II, III) of this invention, it is still more desirable not to include poisonous elements, such as radioactive elements, such as an element which poses environment top problems, such as cadmium, and thorium, and an arsenic. Moreover, it is desirable not to include a fluorine from problems, such as volatilization at the time of glass melting,, either.

[0049] The optical glass (I, II, III) of this invention can prepare a raw material compound with a conventional method, and can manufacture it the dissolution, founding, and by agitating and equalizing. Moreover, after cooling radiationally the glass melt from which the optical glass (I, II, III) of this invention is obtained to the transition point temperature of a sink and glass to the 40x70x15mm metal mold made from carbon, and annealing with the transition temperature of glass for 1 hour, a crystal observable under a microscope in the glass cooled radiationally to the room temperature does not deposit. Thus, the stability of the optical glass (I, II, III) of this invention is excellent. In addition, the optical glass of this invention is transparent in a light field, and suitable for the optical element of a lens, prism, and others.

[0050] Next, preforming for precision press forming which consists of the above-mentioned optical glass (I, II, III), and its manufacture approach are explained. Preforming for precision press forming is a glass material with which is heated and precision press forming is presented and which was fabricated beforehand. As explained previously, precision press forming forms an optical functional side by press forming, and produces the optical element which is a final product, without performing grinding and polish processing. Therefore, when not performing removal processing, such as grinding and polish, to any parts other than the optical functional side of a precision press-forming article, weight of preforming is made equal to the weight of a final product (the weight of a precision press-forming article is also equal to said weight.). When based on the weight of the target precision press-forming article, if the weight of preforming is too small, the shaping side of a press-forming mold is not enough filled up with glass at the time of precision press forming, but desired profile irregularity will not be acquired or problems, like the thickness of mold goods becomes thinner than desired thickness will arise. Moreover, if the weight of preforming is too large, excessive glass enters the clearance between press-forming molds, shaping weld flash will be produced or problems, like the thickness of mold goods becomes thicker than desired thickness will arise. Therefore, it is necessary to manage the weight of preforming for precision press forming to a precision rather than the common glass material for press forming which finishes an optical functional side etc. by grinding, polish, etc. after press forming. Furthermore, in order that the front face of preforming may remain in a final product as a front face of a press-forming article in the case of preforming for precision press forming, it is required that there is neither a crack nor dirt on the surface of preforming.

[0051] Melting glass is flowed out, the melting glass lump of request weight separates as the

manufacture approach of such preforming for precision press forming, and there is the approach (henceforth a cold-working method) of cooling and machining what cast the approach (henceforth a hot-forming method) of fabricating the melting glass lump to preforming or melting glass in the mold, and fabricated it in the magnitude of a request of the obtained glass lump etc.

[0052] Melting, founding, and the melting glass in which it homogenized, for example, the viscosity of the temperature of about 1000-1400 degrees C and 0.1 - 5 dPa-s extent is shown are prepared, a temperature control is carried out and it discharges from an outflow nozzle or an outflow pipe so that it may become the viscosity of 3 - 60 dPa-s extent, and it fabricates by the hot-forming method to preforming. As the approach of a temperature control, the approach of controlling the temperature of an outflow nozzle and an outflow pipe can be illustrated. As the quality of the material of an outflow nozzle and an outflow pipe, platinum or a platinum alloy is desirable. As the concrete shaping approach, melting glass is dropped as a melting glass drop of request weight from an outflow nozzle. The approach of receiving it, receiving by the member and fabricating to preforming, the approach of trickling the melting glass drop of request weight into liquid nitrogen etc. from said outflow nozzle similarly, and fabricating preforming, Make it flow down a melting glass style, receive the point of a melting glass style, and it receives from the outflow pipe made from platinum or a platinum alloy by the member. After winning popularity with the nozzle of a melting glass style and forming a neck between members, there is the approach of separating and receiving a melting glass style in a neck, and fabricating in response to the melting glass lump of request weight at preforming to a member etc. When melting glass is dropped, as viscosity of glass, 3 - 30 dPa-s is desirable, and when flowing down melting glass as a melting glass style, as viscosity of glass, 2 - 60 dPa-s is desirable.

[0053] Although what is necessary is just to decide the configuration of preforming in consideration of the configuration of a precision press-forming article, it can illustrate the shape of a globular shape and an ellipse ball etc. as a suitable configuration. Moreover, since the front face of preforming is formed when glass is in the temperature more than softening temperature, hot forming tends to obtain a smooth front face. It can fabricate to preforming, surfacing a melting glass lump with a wind pressure on a die etc. especially, or preforming which has a smooth front face without deterioration of a crack, dirt, and a front face etc., for example, the free surface, can be easily produced under ordinary temperature, such as liquid nitrogen, and ordinary pressure by the approach of putting in a melting glass drop into the medium which cooled the gaseous matter and was used as the liquid, and fabricating to preforming.

[0054] On the other hand, by the cold-working method, after slushing melting, founding, and the homogenized melting glass into mold etc., fabricating and annealing it to the shape of a glass block as mentioned above for example, and reducing distortion, a desired dimension or the glass lump of weight is produced by machining of cutting etc., the process which makes a front face smooth is performed, and preforming is obtained.

[0055] Next, how to carry out precision press forming of such preforming, and produce an optical element is explained. Although the press-forming mold beforehand processed into the configuration of a request of a shaping side with high precision is used in precision press forming, in order to prevent the welding of the glass at the time of a press, the mold release film may be formed in a shaping side. Since precision press forming prevents damage by oxidation of a die shaping side etc., well-known approaches also including also carrying out in non-oxidizing gas ambient atmospheres, such as nitrogen gas, can be used for it.

[0056] Thus, optical elements, such as various lenses, such as a spherical lens which consists of optical glass (I, II, III) of this invention, an aspheric lens, a micro lens, a lens array, and a micro-lens array, prism, and a polygon mirror, can be produced, without machining to an optical functional side.

[0057]

[Example] Hereafter, although an example explains this invention still more concretely, this invention is not limited to these examples.

The oxide which carries out considerable as a raw material, respectively so that it may become the glass presentation shown in one to example 58 Table 1 - 6, SiO₂(s)23, for example, H₃BO₃, such as a carbonate, a sulfate, a nitrate, and a hydroxide, La₂O₃, ZnO, 250-300g weighing capacity was carried

out using ZnCO₃, ZrO₂, Li₂CO₃, etc., and it fully mixed, and accomplished with the preparation batch, and this was put into the platinum crucible, and melting of glass was performed in air for 2 to 4 hours, stirring in the electric furnace held at 1200-1450 degrees C. After melting, after cooling glass melt radiationally to the transition point temperature of a sink and glass to the 40x70x15mm metal mold made from carbon, putting into the annealing furnace immediately and annealing in the transition-temperature range of glass for about 1 hour, it cooled radiationally to the room temperature in the furnace, and optical glass was obtained. The crystal observable under a microscope did not deposit in the obtained optical glass.

[0058] In addition, the property of optical glass was measured by the approach shown below. The result is shown in Table 1 - 6.

(1) A refractive index (nd) and the Abbe number (nud)

The optical glass held at the temperature between T_g-T_s was measured about the optical glass obtained by setting a temperature fall rate to -30 degrees C/hr.

(2) Transition temperature (T_g) and surrendering point temperature (T_s)

The programming rate was measured as 4 degrees C / min with the apparatus for thermomechanical analysis of Rigaku Corp.

[0059]

[Table 1]

表1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
B2O3	32.28	35.48	38.86	33.33	35.20	34.65	35.48	35.63	30.28	31.62
SiO2	9.45	9.68	9.45	9.52	9.60	9.45	9.68	9.72	9.56	9.49
La2O3	9.06	9.27	7.87	9.13	9.20	9.06	8.06	8.10	10.36	9.49
Gd2O3	9.06	9.27	7.87	9.13	9.20	9.06	8.06	8.10	10.36	9.49
ZnO	28.36	24.19	28.85	28.57	25.60	28.36	22.58	22.67	22.31	23.72
Li2O	8.94	4.03	3.94	3.97	4.00	2.36	5.65	5.67	5.58	5.53
ZrO2	4.72	4.84	4.72	3.17	4.80	4.72	6.45	6.67	8.98	3.95
Ta2O5	3.15	3.23	3.15	3.17	2.40	2.36	4.08	3.64	2.79	1.98
WO3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.78	4.74
Y2O3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Yb2O3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nb2O5	0.00	0.00	0.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.81	0.00	0.00
BaO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(ΣLn2O3)	(18.12)	(18.64)	(15.74)	(18.26)	(18.40)	(18.12)	(16.12)	(16.20)	(20.72)	(18.98)
(La2O3+ΣLn2O3)	(0.50)	(0.50)	(0.50)	(0.50)	(0.50)	(0.50)	(0.50)	(0.50)	(0.50)	(0.50)
(Li2O+ZnO)	(32.28)	(28.28)	(32.28)	(32.54)	(29.60)	(30.71)	(28.23)	(28.34)	(27.89)	(29.26)
(La2O3+Gd2O3)	(18.12)	(18.54)	(15.74)	(18.26)	(18.40)	(18.12)	(16.12)	(16.20)	(20.72)	(18.98)
合計量	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
物性	Tg(TMA)(℃)	566	573	566	564	570	577	562	561	565
	T _d (℃)	616	623	606	614	620	627	612	611	606
	n _d	1.81751	1.81014	1.81033	1.81032	1.81040	1.80680	1.80756	1.81001	1.84150
	比重	43.95	44.61	43.26	44.40	44.50	44.97	43.77	43.20	40.85

(注) (La2O3+ΣLn2O3)はモル分率である。

表2

	実 施 例									
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
B ₂ O ₃	30.83	30.28	31.08	30.62	25.29	24.90	31.83	31.58	31.08	25.68
SiO ₂	9.49	9.56	9.56	9.64	18.39	16.60	9.64	9.72	9.56	15.56
La ₂ O ₃	9.88	9.96	9.96	10.44	11.11	15.77	10.84	11.74	11.56	12.06
Gd ₂ O ₃	9.88	9.96	9.96	10.44	11.11	9.54	10.84	11.74	11.56	12.06
ZnO	22.13	22.31	20.72	20.88	19.92	8.30	20.88	17.81	20.72	20.28
Li ₂ O	5.63	5.68	5.68	5.62	2.30	9.96	4.02	4.05	2.89	2.33
ZrO ₂	4.74	3.98	5.68	4.02	3.83	3.32	4.02	4.05	3.98	3.89
Ta ₂ O ₅	1.88	8.69	2.79	3.61	8.46	4.16	3.61	2.83	2.79	3.60
WO ₃	5.53	4.78	4.78	4.82	4.60	5.81	4.82	6.48	6.87	4.67
Y ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.66	0.00	0.00	0.00	0.00
Yb ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nb ₂ O ₅	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BaO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TiO ₂	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(Σ La ₂ O ₃)	(19.76)	(19.92)	(19.92)	(20.88)	(22.22)	(26.97)	(21.69)	(23.48)	(23.10)	(24.12)
(La ₂ O ₃ +Ln ₂ O ₃)	(0.50)	(0.50)	(0.50)	(0.50)	(0.50)	(0.58)	(0.50)	(0.50)	(0.50)	(0.50)
(Li ₂ O+ZnO)	(27.67)	(27.89)	(26.29)	(26.51)	(22.22)	(18.26)	(24.90)	(21.86)	(23.11)	(22.57)
(La ₂ O ₃ +Gd ₂ O ₃)	(19.76)	(19.92)	(19.92)	(20.88)	(22.22)	(25.31)	(21.68)	(28.48)	(23.10)	(24.12)
合計量	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
T _g (TMA)(℃)	560	563	565	569	612	592	578	589	597	616
T _d (℃)	610	613	615	619	662	647	628	639	647	669
n _d	1.833660	1.843383	1.84096	1.846865	1.84905	1.832226	1.85065	1.85595	1.85922	1.86308
v _d	41.46	40.45	40.92	40.62	40.72	39.97	40.53	40.15	40.02	40.50
比重	5.21	6.31	6.24	6.34	6.41	5.43	5.39	6.46	6.48	6.66

(注) (La₂O₃/Σ La₂O₃)はモル分率である。

表3

	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0
B2O3	26.88	28.85	24.90	24.03	23.94	23.62	25.00	24.19	24.90	24.31
SiO2	12.65	18.68	16.06	16.50	16.44	15.75	16.13	16.13	16.06	16.69
La2O3	12.65	12.45	12.85	12.79	11.97	12.99	12.90	12.90	12.85	12.55
Gd2O3	12.65	12.45	12.85	12.79	11.97	12.99	12.90	12.90	12.85	12.55
ZnO	20.65	17.12	14.46	20.16	20.08	17.32	12.90	12.90	14.46	14.12
Li2O	2.37	8.89	6.43	2.33	2.82	3.94	6.45	7.26	6.48	6.27
ZrO2	3.95	3.98	4.02	3.88	5.41	4.72	4.84	4.84	4.02	8.92
Ta2O5	3.56	3.50	3.61	3.88	4.25	3.94	4.03	4.03	2.81	1.18
WO3	4.74	4.67	4.82	4.65	4.63	4.72	4.84	4.84	4.82	4.71
Y2O3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.66	0.00	0.00	0.00	0.00
Yb2O3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nb2O5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BaO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.71
(ΣLn2O3)	(25.80)	(24.90)	(25.70)	(25.58)	(23.94)	(25.98)	(25.80)	(25.80)	(25.70)	(25.10)
(La2O3+ΣLn2O3)	(0.50)	(0.50)	(0.50)	(0.50)	(0.50)	(0.50)	(0.50)	(0.50)	(0.50)	(0.50)
Li2O+ZnO)	(22.92)	(21.01)	(20.89)	(22.48)	(22.39)	(21.26)	(19.35)	(20.16)	(20.88)	(20.39)
(La2O3+Gd2O3)	(25.30)	(24.90)	(25.70)	(25.58)	(23.94)	(25.98)	(25.80)	(25.80)	(25.70)	(25.10)
合計量	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
物	Tg(TMA)(℃)	617	612	597	617	623	620	605	604	600
性	Tg(℃)	665	662	652	671	673	670	659	663	655
	nd	1.87132	1.86218	1.86398	1.88086	1.87673	1.87726	1.86734	1.86865	1.86846
	νd	39.97	40.29	40.51	39.82	39.19	39.64	40.04	39.92	40.10
	比重	5.63	5.65	5.65	5.65	5.68	5.67	5.68	5.49	5.34

(注) (La2O3+ΣLn2O3)はモル分率である。

表4

	3 1	3 2	3 3	3 4	3 5	3 6	3 7	3 8	3 9	4 0
B2O3	24.90	24.51	24.90	24.10	24.10	25.51	24.49	24.69	24.49	24.49
SiO2	16.06	15.81	16.06	16.06	16.06	16.46	16.33	16.46	16.33	16.33
La2O3	12.85	11.86	12.05	12.05	12.85	12.35	12.24	12.35	12.24	12.24
Gd2O3	12.85	11.86	12.05	12.05	12.85	12.35	12.24	12.35	12.24	12.24
ZnO	14.46	14.23	14.46	14.46	14.46	14.46	9.88	11.43	9.88	9.80
Li2O	6.43	6.32	6.43	6.43	6.43	6.43	9.05	8.98	9.05	8.98
ZrO2	4.02	3.95	4.02	4.02	4.02	4.12	4.08	4.12	4.08	4.08
Tb2O5	8.61	8.56	3.61	3.61	3.61	3.70	8.67	4.63	3.67	3.67
WO3	0.00	4.74	4.82	4.82	4.82	4.94	4.90	4.94	4.94	4.94
Y2O3	0.00	0.00	1.61	0.00	0.80	0.00	1.65	1.63	1.65	1.63
Yb2O3	0.00	0.00	0.00	1.61	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00
Nb2O5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BaO	0.00	3.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TiO2	4.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(Σ La2O3)	(26.70)	(23.72)	(26.71)	(26.71)	(26.60)	(26.50)	(26.36)	(26.11)	(26.36)	(26.11)
(La2O3/Σ Ln2O3)	(0.50)	(0.51)	(0.47)	(0.47)	(0.48)	(0.48)	(0.47)	(0.47)	(0.47)	(0.47)
(Li2O+ZnO)	(20.88)	(20.56)	(20.88)	(20.88)	(20.88)	(20.88)	(18.93)	(20.41)	(18.93)	(18.78)
(La2O3+Gd2O3)	(25.70)	(23.72)	(24.10)	(24.10)	(26.70)	(26.70)	(24.70)	(24.48)	(24.70)	(24.48)
合計量	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
物性	Tg(TMA)(℃)	604	596	603	608	609	595	594	600	595
	Ts(℃)	662	653	659	660	665	664	661	652	657
	n d	1.86574	1.86564	1.866200	1.866258	1.866818	1.866809	1.865642	1.865949	1.863360
	v d	40.42	40.40	40.32	40.25	40.27	40.19	40.82	40.60	40.01
	比重	6.40	6.50	6.60	6.57	6.63	6.44	6.47	6.51	6.50

(注) (La2O3/Σ Ln2O3)はモル分率である。

表5

	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	5.0
B2O3	25.10	24.69	24.49	24.20	24.49	24.59	25.00	25.10	25.51	26.10
SiO2	16.74	16.46	16.33	16.13	16.33	16.39	16.19	16.19	16.46	16.19
La2O3	12.55	12.35	12.24	15.32	17.14	15.57	15.38	15.38	15.64	14.57
Gd2O3	12.55	12.85	12.24	8.87	7.35	9.43	9.02	8.91	9.05	11.84
ZnO	6.05	9.88	9.80	9.68	9.80	9.84	9.84	12.98	9.88	12.98
Li2O	11.72	9.05	8.88	8.87	8.98	9.02	9.02	7.29	9.05	7.29
ZrO2	4.18	4.12	4.08	4.03	4.08	3.28	3.28	3.24	3.29	4.05
Ta2O5	3.77	4.58	3.67	3.63	3.67	3.69	3.69	8.64	3.70	3.64
WO3	6.69	4.94	6.58	6.45	6.53	6.56	6.56	5.67	5.76	4.86
Y2O3	1.67	0.00	0.00	2.81	1.63	1.64	0.00	1.62	1.65	0.00
Yb2O3	0.00	1.65	1.68	0.00	0.00	0.00	1.64	0.00	0.00	0.00
Nb2O5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BaO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(ΣLn2O3)	(26.79)	(26.36)	(26.11)	(27.00)	(26.12)	(26.64)	(26.28)	(25.91)	(26.34)	(25.91)
(La2O3/ΣLn2O3)	(0.47)	(0.47)	(0.47)	(0.57)	(0.66)	(0.58)	(0.59)	(0.59)	(0.59)	(0.56)
(Li2O+ZnO)	(16.74)	(18.93)	(18.78)	(18.55)	(18.78)	(18.85)	(18.85)	(20.24)	(18.93)	(20.24)
(La2O3-Gd2O3)	(25.10)	(24.70)	(24.48)	(24.19)	(24.49)	(25.00)	(24.59)	(24.29)	(24.69)	(26.91)
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Tg(TMA)(℃)	597	699	697	598	591	594	590	594	589	597
Tg(℃)	640	655	653	655	648	649.6	647	651	645	654
n _d	1.85901	1.86382	1.86456	1.86702	1.86545	1.86635	1.86180	1.86093	1.85775	1.86212
νd	39.92	40.10	39.60	39.68	39.57	39.88	39.88	40.17	40.31	40.44
比重	6.46	6.60	6.60	6.43	6.39	6.44	6.41	6.42	6.38	6.48

(注) (La2O3/ΣLn2O3)はモル分率である。

表 6

		実施例							
		5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8
ガラス組成(モル%)	B2O3	25.10	25.10	25.10	24.70	24.80	24.90	28.24	26.29
	SiO2	16.19	16.19	16.19	15.94	16.00	16.06	12.55	15.94
	La2O3	12.96	14.57	15.88	14.34	14.40	14.46	10.20	11.16
	Gd2O3	11.34	9.72	8.91	9.56	9.60	9.64	10.20	11.16
	ZnO	12.96	12.96	12.96	14.34	18.60	12.85	28.58	19.12
	Li2O	7.29	7.29	7.29	7.17	7.60	8.03	5.49	7.17
	ZrO2	3.24	3.24	8.24	3.19	3.20	3.21	5.49	3.98
	Ta2O5	3.64	3.64	3.64	3.59	3.60	3.61	2.74	3.59
	WO3	5.67	5.67	5.67	5.58	5.60	5.62	1.57	1.59
	Y2O3	0.81	0.81	0.81	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00
	Yb2O3	0.81	0.81	0.81	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00
	Nb2O5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	BaO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	TiO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	(ΣLn2O3)	(25.92)	(25.91)	(25.91)	(25.50)	(25.60)	(25.70)	(20.40)	(22.31)
	(La2O3/ΣLn2O3)	(0.50)	(0.56)	(0.59)	(0.56)	(0.56)	(0.56)	(0.50)	(0.50)
	(Li2O+ZnO)	(20.24)	(20.24)	(20.24)	(21.51)	(21.20)	(20.88)	(29.02)	(26.29)
	(La2O3+Gd2O3)	(24.30)	(24.29)	(24.29)	(28.90)	(24.00)	(24.10)	(20.40)	(22.32)
合計量		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
物性	Tg(TMA)(℃)	598	594	595	592	592	589	579	567
	Ts(℃)	656	650	650	648	648	644	635	621
	n d	1.86083	1.86147	1.86156	1.86164	1.86078	1.85964	1.88553	1.83827
	v d	40.19	40.22	40.15	40.04	40.32	40.11	42.80	42.78
	比重	5.52	5.49	5.47	5.49	5.48	5.47	5.29	5.25

(注) (La2O3/ΣLn2O3)はモル分率である。

[0065] Thus, including B-2s La [O3 SiO2, and] 2O3, Gd2O3, ZnO, Li2O, and ZrO2 and Ta 2O5, glass transition temperature is 630 degrees C or less, and a refractive index nd and Abbe number nud are relational-expression $1.80 < nd \leq 1.9035 < nud \leq 50nd > = 2.025$. - (0.005xnud)

The optical glass for precision press forming which fills all can be obtained.

[0066] Preforming for precision press forming which consists of each optical glass of an example 59, next examples 1-58 was produced as follows. First, the melting glass with which the above-mentioned optical glass is obtained was received from the outflow nozzle made from a platinum alloy by which prepared melting, founding, and by homogenizing and the temperature control was carried out, and was dropped at the member, and blowing off gas from the gas port established in the pars basilaris ossis occipitalis of this crevice towards the upper part in the crevice of a receptacle member, it rose to surface, the received melting glass drop was rotated, and it fabricated to spherical preforming (approach 1).

Without the weight of obtained preforming having been in agreement with the weight of the final product made into the purpose, and devitrifying, the front face was smooth and was a thing without defects, such as a crack, dirt, and deterioration.

[0067] Next, like the above-mentioned approach, the melting glass drop was dropped at liquid nitrogen from the outflow nozzle, and the same spherical preforming was fabricated (approach 2). Like [this preforming] the above-mentioned approach, without devitrifying, the front face where weight precision is high was smooth, and it was a thing without a defect.

[0068] When it was made to flow down the above-mentioned melting glass as a melting glass style from an outflow pipe, and the lower limit section is received, the vena contracta is made in the middle of the melting glass style which wins popularity and flows down with a mold and the weight of the glass below the vena contracta reaches a predetermined value this time The melting glass lump of said weight which the melting glass style was separated in the narrow part, and dissociated was received, and it fabricated to preforming using the mold (approach 3). Like [this preforming] the above-mentioned approach, without devitrifying, the front face where weight precision is high was smooth, and it was a thing without a defect.

[0069] Spherical preforming which consists of various optical glass of the examples 1-58 acquired by the approach 1 of example 60 example 59 was heated, and the aspheric lens was obtained by carrying out precision press forming (aspheric surface precision press) using the press equipment shown in drawing 2.

[0070] The detail of precision press forming is a passage next. After putting the above-mentioned preforming 4 between the female mold 2 made from SiC and the punches 1 which have an aspheric surface configuration, it energized at the heater 12 by having made the inside of a quartz tube 11 into nitrogen-gas-atmosphere mind, and the inside of a quartz tube 11 was heated. Having set the temperature inside shaping metal mold as the surrendering point temperature of +20-80 degrees C of glass, and the becoming temperature, and maintaining this temperature, the push rod 13 was dropped, the punch 1 was pushed, and press forming of the fabricated glass lump in shaping mold was carried out. Compacting pressure was reduced after the press which made compacting pressure to 8Mpa(s) and made cycle time 30 seconds, and in the condition [having made female mold 2 and a punch 1 contact freely], the moldings of the glass by which aspheric surface press forming was carried out was annealed by temperature with a transition temperature [of glass] of -30 degrees C, and, subsequently was quenched to the room temperature. The glass fabricated by the aspheric lens after that was picked out from shaping metal mold, and measurement and visual inspection of a configuration were conducted. The obtained aspheric lens was a lens with a very high precision. In addition, for a sign 3, as for a bearing bar and 10, in drawing 2, a guidance mold (mold) and 9 are [susceptor and 14] heat conductive pairs.

[0071] The aspheric lens was obtained by precision press forming using preforming which consists of various optical glass of examples 1-58 similarly fabricated by the approach 2 of an example 59, and the approach 3. The obtained aspheric lens was a lens with a very high precision as well as the above-mentioned lens. What is necessary is just to decide the configuration of preforming, and a dimension suitably with the configuration of the precision press-forming article which it is going to produce etc., although each preforming used by this example is spherical and a diameter is 2-30mm.

[0072] In addition, if the press-forming mold set by the configuration of a final product is used, optical elements, such as other lenses or prism, and a polygon mirror, are also producible. Optical multilayers, such as an antireflection film or high reflective film, can also be formed in the optical functional side of the obtained optical element if needed.

[0073]

[Effect of the Invention] According to this invention, the optical glass for precision press forming which does not need machining of grinding, polish, etc. after precision press forming in an optical functional side, for example, has the high refractive-index property and the low distribution property of being used for manufacture of optical elements, such as an ultraprecise aspheric lens, can be offered.

[0074] Moreover, according to this invention, the manufacture approach of the optical element which produces optical elements, such as an aspheric lens, with sufficient mass-production nature by precision press forming using the optical element which consists of preforming for precision press forming which consists of the above-mentioned optical glass, its manufacture approach, and the above-mentioned optical glass, and the above-mentioned preforming can be offered.

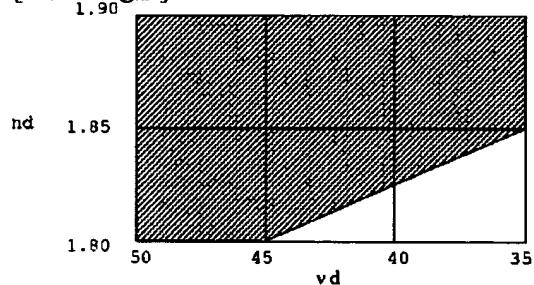
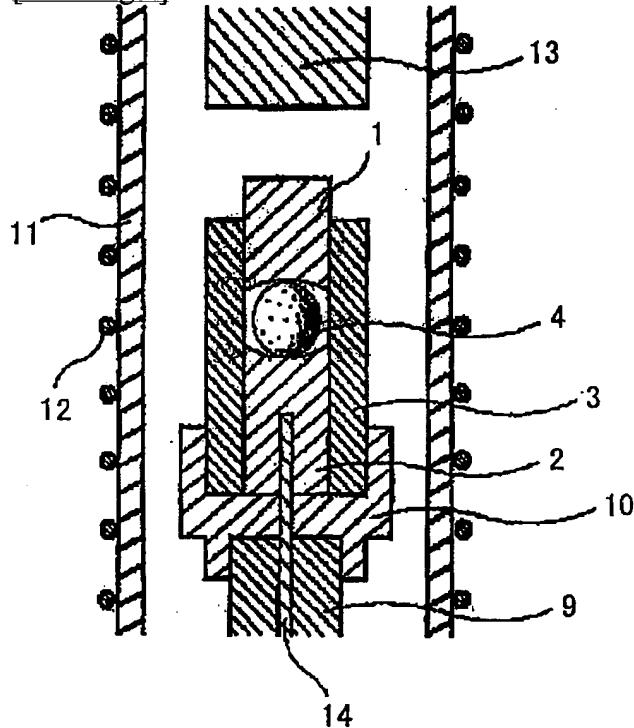
[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

[Drawing 1]**[Drawing 2]**

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2003-267748
(P2003-267748A)

(43)公開日 平成15年9月25日 (2003.9.25)

(51)Int.Cl.⁷
C 0 3 C 3/068
C 0 3 B 11/00
G 0 2 B 1/00

識別記号

F I
C 0 3 C 3/068
C 0 3 B 11/00
G 0 2 B 1/00

テマコード(参考)
4 G 0 6 2
C

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 16 頁)

(21)出願番号 特願2002-74322(P2002-74322)

(71)出願人 000113263

H O Y A 株式会社

東京都新宿区中落合2丁目7番5号

(22)出願日 平成14年3月18日 (2002.3.18)

(72)発明者 林 和孝

東京都新宿区中落合2丁目7番5号 ホーヤ株式会社内

(72)発明者 郷 学禄

東京都新宿区中落合2丁目7番5号 ホーヤ株式会社内

(74)代理人 100080850

弁理士 中村 静男

最終頁に統ぐ

(54)【発明の名称】精密プレス成形用光学ガラス、精密プレス成形用プリフォームおよびその製造方法

(57)【要約】

【課題】精密プレス成形後に光学機能面に研削や研磨などの機械加工を必要としない光学素子の製造に用いられる高屈折率低分散の光学ガラスを提供する。

【解決手段】必須成分としてB₂O₃、S₁O₂、L_a₂O₃、G_d₂O₃、ZnO、Li₂O、ZrO₂およびTa₂O₅を、任意成分としてSb₂O₃ 0～1モル%を含むとともに、PbOおよびLu₂O₃を実質上含まず、かつガラス転移温度が630℃以下であり、(1)屈折率n_dおよびアッペ数v_dが、関係式 1.80 < n_d ≤ 1.90、3.5 < v_d ≤ 5.0 および n_d ≥ 2.025 - (0.005 × v_d) をいずれも満たす、あるいは(2) n_dが1.85よりも大きく、v_dが3.5よりも大きい精密プレス成形用光学ガラスである。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 必須成分として B_2O_3 、 SiO_2 、 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 ZnO 、 Li_2O 、 ZrO_2 および Ta_2O_5 を、任意成分として Sb_2O_3 0～1モル%を含むとともに、 PbO および Lu_2O_3 を実質上含まず、かつガラス転移温度が630℃以下であり、屈折率 n_d およびアッペ数 v_d が、関係式

$$1.80 < n_d \leq 1.90$$

$$3.5 < v_d \leq 5.0$$

$$n_d \geq 2.025 - (0.005 \times v_d)$$

をいずれも満たすことを特徴とする精密プレス成形用光学ガラス。

【請求項2】 必須成分として B_2O_3 、 SiO_2 、 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 ZnO 、 Li_2O 、 ZrO_2 および Ta_2O_5 を、任意成分として Sb_2O_3 0～1モル%を含むとともに、 PbO および Lu_2O_3 を実質上含まず、かつガラス転移温度が630℃以下であり、屈折率 n_d が

1.85よりも大きく、アッペ数 v_d が3.5よりも大きいことを特徴とする精密プレス成形用光学ガラス。

【請求項3】 モル%表示で、必須成分として B_2O_3 1.5～4.0%、 SiO_2 3～2.5%、 La_2O_3 5～2.0%、 Gd_2O_3 5～2.0%、 ZnO 2～3.5%、 Li_2O 0.5～1.5%、 ZrO_2 0.5～1.5%および Ta_2O_5 0.2～1.0%を含むとともに、任意成分として WO_3 0～1.5%、 Y_2O_3 0～8%、 Yb_2O_3 0～8%および Sb_2O_3 0～1%並びに Nb_2O_5 、 BaO および GeO_2 を含み、前記成分の合計含有量が9.5%以上であって、 PbO および Lu_2O_3 を実質上含まず、かつガラス転移温度が630℃以下であり、屈折率 n_d およびアッペ数 v_d が、関係式

$$1.80 < n_d \leq 1.90$$

$$3.5 < v_d \leq 5.0$$

$$n_d \geq 2.025 - (0.005 \times v_d)$$

をいずれも満たすことを特徴とする精密プレス成形用光学ガラス。

【請求項4】 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Yb_2O_3 、 Y_2O_3 および Sc_2O_3 の合計含有量が1.2～3.2モル%であり、かつ前記合計含有量に対する La_2O_3 の含有量のモル%分率が0.35～0.66である請求項1、2または3に記載の精密プレス成形用光学ガラス。

【請求項5】 請求項1ないし4のいずれか1項に記載の光学ガラスからなる精密プレス成形用プリフォーム。

【請求項6】 請求項1ないし4のいずれか1項に記載の光学ガラスからなる光学素子。

【請求項7】 請求項1ないし4のいずれか1項に記載の光学ガラスからなる溶融ガラスを、流出パイプより流出して所定重量の溶融ガラスを分離し、前記分離された所定重量の溶融ガラスを、該ガラスが軟化状態にある間に成形することを特徴とする精密プレス成形用プリフォームの製造方法。

【請求項8】 光学ガラスからなるプリフォームを加熱、軟化して精密プレス成形により光学素子を製造するに当たり、前記プリフォームとして、請求項5に記載のプリフォームまたは請求項7に記載の方法により作製されたプリフォームを用いることを特徴とする光学素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、精密プレス成形用光学ガラス、並びに精密プレス成形用プリフォームと光学素子およびそれらの製造方法に関する。さらに詳しくは、本発明は、精密プレス成形後に光学機能面に研削や研磨などの機械加工を必要としない、例えば超精密非球面レンズなどの光学素子の製造に用いられる高屈折率低分散の光学ガラス、該光学ガラスからなる精密プレス成形用プリフォームおよび光学素子、並びに前記のプリフォームと光学素子の製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、デジタルカメラの登場により光学系を使用する機器の高集積化、高機能化が急速に進められる中で、光学系に対する高精度化、軽量・小型化の要求もますます強まっており、この要求を実現するためには、非球面レンズを使用した光学設計が主流となりつつある。このため、高機能性ガラスを使用した非球面レンズを低コストで大量に安定供給するために、プレス成形で直接に光学面を形成し、研削・研磨工程を必要としないモールド成形技術が注目され、高機能性（例えば、高屈折率・低分散/高屈折率・高分散など）を有するモールド成形に適した光学ガラスに対する要求が年々増え続けている。

【0003】 ガラスの精密プレス成形は、所定形状のキャビティを有する成形型を用いて、ガラス成形予備体（プリフォーム）を高温下で加圧成形することにより、最終製品形状またはそれに極めて近い形状および面精度を有するガラス成形品を得る手法であり、当該精密プレス成形によれば、所望形状の成形品を高い生産性の下に製造することが可能である。このため、現在では球面レンズ、非球面レンズ、回折格子など、種々の光学ガラス部品が精密プレス成形によって製造されている。当然、精密プレス成形により光学ガラス部品を得るために、

上記のようにガラス成形予備体を高温下で加圧成形することが必要であるので、プレスに使用される成形型が高温に曝され、かつ高圧が加えられる。このため、ガラス成形用ゴブプリフォームについては、プレス成形の高温環境によって成形型自体や当該成形型の内側表面に設けられている離型膜の損傷を抑制するという観点から、ガラスの転移温度 T_g 及び屈伏点温度 T_s をなるべく低くすることが望まれている。

【0004】 従来、高屈折率低分散（屈折率 $n_d > 1.8$ かつアッペ数 $v_d > 3.5$ ）光学定数を有する光学ガラ

スとしては、 B_2O_3 、 La_2O_3 などを必須成分とする種々のガラスが知られており、例えば、特開平8-217484号公報、特開昭54-90218号公報、特開昭62-100449号公報などに開示されている。

【0005】しかしながら、これらの光学ガラスにおいては、いずれも耐失透性の向上に主眼が置かれているため、安定性を向上させるために、 Lu_2O_3 などの高価な成分が必須であったり、有害とされる成分である Sb_2O_3 を多量に含有することが必須であるといった問題がある。さらに、これらの公報に開示されているガラス組成のうち、光学設計上非常に有用である $n_d > 1.8$ かつアッペ数 $v_d > 3.5$ となるような組成には、低ガラス転移温度化に有効とされる ZnO あるいは Li_2O がほとんど含有されていないため、モールドプレス成形に対する適性は低かった。

【0006】このように、光学系の設計上非常に有用とされる、屈折率 $n_d > 1.8$ かつアッペ数 $v_d > 3.5$ (但し $(n_d, v_d) = (1.85, 3.5)$)、(1.8, 4.5)、(1.8, 3.5)の3点に囲まれた範囲を除く)となるような光学ガラス、特に屈折率 $n_d > 1.85$ かつアッペ数 $v_d > 3.5$ の光学恒数を有する精密プレス成形用光学ガラスは未だに提案されていない。

【0007】これは、このような光学定数を有するガラスは、一般に希土類成分の含有量が高く失透に対する安定度が低いために、ガラス転移温度をモールドプレスが経済的に可能な領域まで低下させるための組成を開発するのが困難であったことによると考えられる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、このような事情のもとで、精密プレス成形後に光学機能面に研削や研磨などの機械加工を必要としない光学素子の製造に用いられる高屈折率低分散の光学ガラス、該光学ガラスからなる精密プレス成形用プリフォームおよび光学素子、並びに前記プリフォームと光学素子の製造方法を提供することを目的とするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、前記目的を達成するために鋭意研究を重ねた結果、必須成分として特定の成分を含み、ある値以下のガラス転移温度と特定の光学定数を有する光学ガラスにより、その目的を達成し得ることを見出し、この知見に基づいて本発明を完成するに至った。

【0010】すなわち、本発明は、(1) 必須成分として B_2O_3 、 SiO_2 、 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 ZnO 、 Li_2O 、 ZrO_2 および Ta_2O_5 を、任意成分として Sb_2O_3 0~1モル%を含むとともに、 PbO および Lu_2O_3 を実質上含まず、かつガラス転移温度が630°C以下であり、屈折率 n_d およびアッペ数 v_d が、関係式

$$1.80 < n_d \leq 1.90$$

$$3.5 < v_d \leq 5.0$$

$n_d \geq 2.025 - (0.005 \times v_d)$
をいずれも満たすことを特徴とする精密プレス成形用光学ガラス(以下、光学ガラスIと称す。)、

【0011】(2) 必須成分として B_2O_3 、 SiO_2 、 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 ZnO 、 Li_2O 、 ZrO_2 および Ta_2O_5 を、任意成分として Sb_2O_3 0~1モル%を含むとともに、 PbO および Lu_2O_3 を実質上含まず、かつガラス転移温度が630°C以下であり、屈折率 n_d が1.85よりも大きく、アッペ数 v_d が3.5よりも大きいことを特徴とする精密プレス成形用光学ガラス(以下、光学ガラスIIと称す。)、

【0012】(3) モル%表示で、必須成分として B_2O_3 1.5~4.0%、 SiO_2 3~2.5%、 La_2O_3 5~2.0%、 Gd_2O_3 5~2.0%、 ZnO 2~3.5%、 Li_2O 0.5~1.5%、 ZrO_2 0.5~1.5%および Ta_2O_5 0.2~1.0%を含むとともに、任意成分として WO_3 0~1.5%、 Y_2O_3 0~8%、 Yb_2O_3 0~8%および Sb_2O_3 0~1%並びに Nb_2O_5 、 BaO および GeO_2 を含み、前記成分の合計含有量が9.5%以上あって、 PbO および Lu_2O_3 を実質上含まず、かつガラス転移温度が630°C以下であり、屈折率 n_d およびアッペ数 v_d が、関係式

$$1.80 < n_d \leq 1.90$$

$$3.5 < v_d \leq 5.0$$

$$n_d \geq 2.025 - (0.005 \times v_d)$$

をいずれも満たすことを特徴とする精密プレス成形用光学ガラス(以下、光学ガラスIIIと称す。)、

【0013】(4) La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Yb_2O_3 、 Y_2O_3 および Sc_2O_3 の合計含有量が1.2~3.2モル%であり、かつ前記合計含有量に対する La_2O_3 の含有量のモル%分率が0.35~0.66である上記(1)、(2)または(3)項に記載の精密プレス成形用光学ガラス、(5)上記(1)ないし(4)項のいずれか1項に記載の光学ガラスからなる精密プレス成形用プリフォーム、(6)上記(1)ないし(4)項のいずれか1項に記載の光学ガラスからなる光学素子、

【0014】(7) 上記(1)ないし(4)項のいずれか1項に記載の光学ガラスからなる溶融ガラスを、流出パイプより流出して所定重量の溶融ガラスを分離し、前記分離された所定重量の溶融ガラスを、該ガラスが軟化状態にある間に成形することを特徴とする精密プレス成形用プリフォームの製造方法、および(8)光学ガラスからなるプリフォームを加熱、軟化して精密プレス成形により光学素子を製造するに当たり、前記プリフォームとして、上記(5)項に記載のプリフォームまたは上記(7)項に記載の方法により作製されたプリフォームを用いることを特徴とする光学素子の製造方法、を提供するものである。

【0015】

【発明の実施の形態】本発明におけるプレス成形とは、

ガラス素材を加熱してプレス成形可能な状態とし、プレス成形型を用いてプレス成形することによりプレス成形型の成形面を精密に前記状態のガラス素材に転写することによって、プレス成形後に成形品に研削、研磨などの機械加工を施さなくても目的とする物品（最終製品）を作製できるプレス成形法であり、一般には光学素子（例えば、レンズ、プリズムなど）を成形する場合に用いられる。光学素子の精密プレス成形においては、例えば、光学機能面（光学素子の制御対象となる光線を通過させたり、反射させる面のような光学的な機能を果たす面）をプレス成形型の成形面を精密に転写して形成し、プレス成形後に少なくとも光学機能面に機械加工を施すことなしに光学機能面としての性能を発揮させることが可能となる。一般にこのような方法によって光学素子をプレス成形する方法はモールドオプティクス成形と呼ばれており、特に非球面レンズの精密プレス成形は、光学機能面を非球面に研削、研磨する必要がないので、生産性に優れた方法となっている。

【0016】精密プレス成形はこのように光学素子のような高い面精度、内部品質が要求される物品を高い生産性のもとに量産することができる方法であるが、適応対象となるガラスは比較的低い温度で塑性変形可能な状態になるものに限られる。ガラス転移温度が高いガラスを用いると、精密プレス成形の際、プレス成形型の成形面も高温に曝されることになり、前記成形面の消耗が激しくなったり、破損が生じることになる。精密プレス成形では、プレス成形型の成形面に微小な欠陥が生じても、その欠陥が最終製品である光学素子の光学機能面に転写され、光学素子としての性能が損なわれることになってしまう。そのため、使用可能なガラスのガラス転移温度は630℃以下に限られる。

【0017】本発明の光学ガラスには、光学ガラスI、光学ガラスIIおよび光学ガラスIIIの3つの態様があり、まず、本発明の光学ガラスIについて説明する。本発明の光学ガラスIは、必須成分として B_2O_3 、 S_iO_2 、 $L_a_2O_3$ 、 $G_d_2O_3$ 、 Z_nO 、 L_i_2O 、 Z_rO_2 および $T_a_2O_5$ を、任意成分として $S_b_2O_3$ 0～1モル%を含むとともに、 P_bO および $L_u_2O_3$ を実質上含まず、かつガラス転移温度が630℃以下であり、屈折率 n_d およびアッペ数 v_d が、関係式

$$1.80 < n_d \leq 1.90$$

$$3.5 < v_d \leq 5.0$$

$$n_d \geq 2.025 - (0.005 \times v_d)$$

をいずれも満たすガラスである。

【0018】この光学ガラスIにおいて、ガラス転移温度が630℃以下である理由については、前述の説明のとおりである。また、光学定数の屈折率 n_d およびアッペ数 v_d は、上記の3つの関係式を、いずれも満たす高屈折率低分散であることが必要であり、これを図に示すと、図1において、斜線で示され、かつ n_d 1.80お

よび v_d 3.5を除いた領域内に、 n_d および v_d が存在することになる。なお、図1において、横軸がアッペ数 v_d 、縦軸が屈折率 n_d である。

【0019】当該光学ガラスIにおける各必須成分の含有量については、ガラス転移温度が630℃以下であり、かつ屈折率 n_d およびアッペ数 v_d が前記3つの関係式を満たす光学ガラスが得られるのであればよく、特に制限はないが、後述の光学ガラスIIIにおける含有量であることが好ましい。なお、各必須成分の作用などについては、後述の光学ガラスIIIにおいて説明する。

【0020】当該光学ガラスIにおける任意成分の $S_b_2O_3$ は脱泡剤として用いられるが、1モル%以下で十分な効果が得られる。また、 $S_b_2O_3$ の含有量が多くなると、精密プレス成形時にプレス成形型の成形面が損傷を受けるおそれがある。したがって、その導入量は1モル%以下に限定される。

【0021】また、当該光学ガラスIにおいては、 P_bO および $L_u_2O_3$ を実質上含まない。ここで、実質上含まないとは、不可避的に不純物として混入されるものは仕方がないにしても、人為的に配合されたものを含まないことを意味する。一般に精密プレス成形は、プレス成形型の成形面保護などを目的として窒素雰囲気などの非酸化性雰囲気中で行われるが、 P_bO は還元されやすい成分のため、精密プレス成形時の還元による析出物により成形品の表面に曇りが生じてしまう。また、環境上好ましくない物質でもあることから、 P_bO を排除する。 $L_u_2O_3$ は一般に光学ガラスの成分としては、他の成分に比べて使用頻度が少ない。また、希少価値の高い物質でもあることから光学ガラス原料としては高額であり、コスト面からは使用したくない成分である。本発明の光学ガラスIは、上記の特性とガラスとしての安定性を兼ね備えているので、不要な $L_u_2O_3$ を排除する。

【0022】次に、本発明の光学ガラスIIは、必須成分として B_2O_3 、 S_iO_2 、 $L_a_2O_3$ 、 $G_d_2O_3$ 、 Z_nO 、 L_i_2O 、 Z_rO_2 および $T_a_2O_5$ を、任意成分として $S_b_2O_3$ 0～1モル%を含むとともに、 P_bO および $L_u_2O_3$ を実質上含まず、かつガラス転移温度が630℃以下であり、屈折率 n_d が1.85よりも大きく、アッペ数 v_d が3.5よりも大きなガラスである。

【0023】この光学ガラスIIにおいて、ガラス転移温度が630℃以下である理由については、前述の説明のとおりである。また、屈折率 n_d が1.85よりも大きく、アッペ数 v_d が3.5よりも大きな高屈折率低分散であることが必要である。

【0024】当該光学ガラスIIIにおける各必須成分の含有量については、ガラス転移温度が630℃以下であり、かつ屈折率 n_d が1.85よりも大きく、アッペ数 v_d が3.5よりも大きな光学ガラスが得られるのであればよく、特に制限はないが、後述の光学ガラスIIIにお

ける含有量であることが好ましい。なお、各必須成分の作用などについては、後述の光学ガラスⅢにおいて説明する。

【0025】当該光学ガラスⅢにおける任意成分の B_2O_3 については、前記光学ガラスⅠにおいて説明したとおりである。また、当該光学ガラスⅢにおいては、 PbO および Lu_2O_3 を実質上含まない。これについても前記光学ガラスⅠにおいて説明したとおりである。

【0026】さらに、本発明の光学ガラスⅢは、モル%表示で、必須成分として B_2O_3 1.5~4.0%、 SiO_2 3~2.5%、 La_2O_3 5~20%、 Gd_2O_3 5~20%、 ZnO 2~3.5%、 Li_2O 0.5~1.5%、 ZrO_2 0.5~1.5%および Ta_2O_5 0.2~1.0%を含むとともに、任意成分として WO_3 0~1.5%、 Y_2O_3 0~8%、 Yb_2O_3 0~8%および Sb_2O_3 0~1%並びに Nb_2O_5 、 BaO および GeO_2 を含み、前記成分の合計含有量が9.5%以上であって、 PbO および Lu_2O_3 を実質上含まず、かつガラス転移温度が630°C以下であり、屈折率 n_d およびアッペ数 v_d が、関係式

$$1.80 < n_d \leq 1.90$$

$$3.5 < v_d \leq 5.0$$

$$n_d \geq 2.025 - (0.005 \times v_d)$$

をいずれも満たすガラスである。

【0027】この光学ガラスⅢにおいて、ガラス転移温度が630°C以下である理由については、前述の説明のとおりである。また、光学定数の屈折率 n_d およびアッペ数 v_d は、前記光学ガラスⅠと同様に、上記の3つの関係式を、いずれも満たす高屈折率低分散であることが必要である。なお、上記組成範囲は、実験化学的に見出されたものである。また、以下に示す含有量の表示はモル%である。

【0028】 B_2O_3 はガラスの網目構造形成酸化物であり、本発明の光学ガラス（Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ）において必須成分である。特に La_2O_3 、 Gd_2O_3 などの高屈折率成分を多く導入する場合、ガラスの形成のために B_2O_3 を主なネットワーク構成成分とする必要があるが、4.0%を超えて導入すると、ガラスの屈折率が低下し、高屈折ガラスを得るという目的に適さなくなるのに対し、1.5%未満では失透に対して十分な安定性を得られず、また溶融性が低下するため、その導入量は、1.5~4.0%が好ましい。より好ましくは2.0~3.7%の範囲である。

【0029】 SiO_2 は B_2O_3 と同様、ガラス網目構造の形成物であり、 La_2O_3 や Gd_2O_3 を多量に含有するガラスに対して、主成分 B_2O_3 と置換して少量添加すると、ガラスの液相温度を低下させ、高温粘性をも向上させ、さらにガラスの安定性を大きく向上させるが、3%未満では上記のような効果が薄くなり、逆に2.5%を超えて多く導入すると、ガラスの屈折率が下がることに加

え、ガラス転移温度が高くなり精密プレスが困難になるため、その導入量は3~2.5%の範囲が好ましい。より好ましくは5~2.0%の範囲である。

【0030】 La_2O_3 は、上述したようにガラスの失透に対する安定性を低下せずに、または分散を高めずに、屈折率を高くし、化学的耐久性を向上させる必須成分である。しかし、5%未満では十分の効果が得られないのに対し、2.0%を超えると失透に対する安定性が著しく悪化するため、その導入量は5~2.0%の範囲が好ましい。より好ましくは7~1.8%の範囲である。

【0031】 Gd_2O_3 は La_2O_3 と同様、ガラスの失透に対する安定性や低分散の特性を悪化せずにガラスの屈折率や化学耐久性を向上させる働きをする。しかし、 Gd_2O_3 の含有量が5%未満では、十分な効果が得られないのに対し、2.0%を超えると、失透に対する安定性も悪化し、ガラス転移温度が上昇して精密プレス成形も難しくなるので、その導入量は5~2.0%の範囲が好ましい。より好ましくは6~1.8%、さらに好ましくは7~1.8%の範囲である。

【0032】 $B_2O_3-SiO_2-La_2O_3-Gd_2O_3-ZnO-Li_2O-ZrO_2-Ta_2O_5$ 系ガラスにおいて、通常、高屈折率低分散（屈折率 $n_d > 1.8$ かつアッペ数 $v_d > 3.5$ ）の高機能性を保つためには $La_2O_3+Gd_2O_3$ の合計量を好ましくは1.2%以上、より好ましくは1.2~3.2%とする。

【0033】ガラス中におけるランタノイド酸化物 Ln_2O_3 （ $Ln = La, Gd, Yb, Y, Sc$ ）のモル%表示による合計含有量に対する La_2O_3 のモル%表示による含有量の割合（分率）である、 $La_2O_3/\sum Ln_2O_3$ は、0.35~0.66が好ましく、より好ましくは0.45~0.66の範囲である。その理由を以下に説明する。

【0034】精密プレス成形用ガラスとしては、精密プレス成形の適性すなわち低ガラス転移温度を付与するものの、ガラスを不安定にする成分である Li_2O 等を添加する必要があるため、高屈折率・低分散性に必須なランタノイド酸化物の添加量を増大させるとガラス形成が不能になる。したがって、一般に添加量（ $\sum Ln_2O_3$ ）は制限される。

【0035】しかしながら、本発明者らは、 La_2O_3 以外のランタノイド酸化物を、 La_2O_3 の分率が0.35~0.66となるように添加することにより、ランタノイド系酸化物の添加量を増大させながら安定なガラスを得ることが可能となり、安定度を低下させる Li_2O 等の成分を添加したガラスに対しても、安定にガラス形成を行うことが可能となることを見出した。また、この比率を保つことにより、液相温度の低下と高温粘性の向上に大きく寄与することも明らかにした。すなわち、 $La_2O_3/\sum Ln_2O_3 = 0.35~0.66$ の範囲にある場合、 $\sum Ln_2O_3$ の合計量が同じで、その比率が大きい場

合に比較して、はるかに安定なガラスを得ることが可能になった。さらに、 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Yb_2O_3 、 Y_2O_3 、 Sc_2O_3 の合計含有量 ($\Sigma \text{Ln}_2\text{O}_3$) を12~32%とすることが上記理由により好ましい。

【0036】 ZnO はガラスの溶融温度や液相温度及び転移温度を低下させ、屈折率の調整にも欠かせない必須成分であるが、2%未満では、上記の期待された効果が得られないのに対し、3.5%を超えて導入すると、分散も大きくなり、失透に対する安定性も悪化し、化学的耐久性も低下するので、その導入量は2~3.5%の範囲が好ましい。より好ましくは5~32%の範囲である。

【0037】 Li_2O は他のアルカリ金属酸化物成分に比べ、大幅な屈折率の低下及び化学的耐久性の低下を伴うことが無く、ガラスの転移温度を大幅に低下させる成分である。特に少量で導入する場合、その効果が大きく、ガラスの熱的な物性を調整するための有効な成分である。しかし、0.5%未満では Li_2O の添加効果が薄いのに対し、1.5%より多くの Li_2O を導入すると、ガラスの失透に対する安定性が急激に低下し、液相温度も上昇するので、その導入量は0.5~1.5%の範囲が好ましい。より好ましくは1~12%、さらに好ましくは2~12%の範囲である。

【0038】 ZnO 、 Li_2O はいずれもガラス転移温度を低下させる成分であるため、その合量 $\text{ZnO} + \text{Li}_2\text{O}$ を10モル%以上とすることが好ましく、15モル%以上とすることがさらに好ましい。

【0039】 ZrO_2 は高屈折率・低分散の成分として使われる。少量の ZrO_2 を導入することにより、ガラスの屈折率を低下させずに、高温粘性や失透に対する安定性を改善する効果があるため、少量の ZrO_2 を導入することが望ましい。しかし、0.5%未満では ZrO_2 の添加効果が得られないのに対し、1.5%を超えて多く導入すると、液相温度が急激に上昇し、失透に対する安定性も悪化するので、その導入量は、0.5~1.5%の範囲が好ましい。より好ましくは1~10%の範囲である。

【0040】 Ta_2O_5 は高屈折率・低分散の成分として使われる。少量の Ta_2O_5 を導入することにより、ガラスの屈折率を低下させずに、高温粘性や失透に対する安定性を改善する効果があるため、少量の ZrO_2 を導入することが望ましい。しかし、0.2%未満で Ta_2O_5 の添加効果が得られないのに対し、1.0%を超えて多く導入すると、液相温度が急激に上昇し、分散も大きくなるため、その導入量は、0.2~1.0%の範囲が好ましい。より好ましくは1~8%の範囲である。

【0041】 WO_3 は、ガラスの安定性、溶融性を改善し、屈折率を向上させるために適宜導入される成分であるが、その導入量が1.5%を超えると、分散が大きくなり、必要な低分散特性が得られなくなるため、その導入量は1.5%以下が好ましい。より好ましくは、1.2%以

下である。

【0042】 Y_2O_3 、 Yb_2O_3 、 BaO は高屈折率・低分散の成分として使用され、少量導入する場合、ガラスの安定性を高め、化学的耐久性を向上させるが、8%より多く導入するとガラスの失透に対する安定性を大きく損ない、転移温度や屈点温度を上昇させる欠点があるため、その導入量をそれぞれ8%以下に抑えることが好ましい。より好ましくは7%以下である。

【0043】 Nb_2O_5 はガラスの安定性や屈折率を改善するために適宜導入される成分であるが、その導入量が8%を超えると、分散が大きくなり、必要な低分散特性が得られなくなるため、その導入量は8%以下が好ましい。より好ましくは5%以下である。

【0044】 GeO_2 は、 SiO_2 と同様に、ガラスを安定化させ、 SiO_2 よりも高屈折率を与える成分であり、高屈折率を達成させる場合に適宜導入される。しかし、高価であり、分散を大きくするため、その使用量は8%以下が好ましい。また、 Sb_2O_3 、 PbO および Lu_2O_3 に関しては、前記光学ガラス1において説明したとおりである。

【0045】上記組成範囲の任意の成分を適宜用いることにより、上記好ましい理由として示された性質、特性を有する光学ガラスが得られるが、中でもより好ましい組成範囲は、 B_2O_3 20~37%、 SiO_2 5~20%、 La_2O_3 7~18%、 Gd_2O_3 6~18%、 ZnO 5~32%、 Li_2O 1~12%、 ZrO_2 1~10%、 Ta_2O_5 1~8%、 WO_3 0~12%、 Y_2O_3 0~7%、 Yb_2O_3 0~7%、 Nb_2O_5 0~5%、 BaO 0~7%、 GeO_2 0~8%および Sb_2O_3 0~1%を含み、 La_2O_3 と Gd_2O_3 の合計含有量が12~32%で、 $\text{La}_2\text{O}_3/\Sigma \text{Ln}_2\text{O}_3$ が0.45~0.66である。特に好ましい組成範囲は、 B_2O_3 20~37%、 SiO_2 5~20%、 La_2O_3 7~18%、 Gd_2O_3 7~18%、 ZnO 5~32%、 Li_2O 2~12%、 ZrO_2 1~10%、 Ta_2O_5 1~8%、 WO_3 0~12%、 Y_2O_3 0~7%、 Yb_2O_3 0~7%、 Nb_2O_5 0~5%、 BaO 0~7%、 GeO_2 0~8%および Sb_2O_3 0~1%を含み、 La_2O_3 と Gd_2O_3 の合計含有量が12~32%で、 $\text{La}_2\text{O}_3/\Sigma \text{Ln}_2\text{O}_3$ が0.45~0.66である。

【0046】なお、上記組成範囲ならびにより好ましい組成範囲、特に好ましい組成範囲において、ガラスの所望の光学特性を得つつ、安定性を保つため上記の成分の合計量を少なくとも9.5%以上に含有することが肝要であるが、物性調整のために、合計量で5%以下の Na_2O 、 K_2O 、 CaO 、 SrO 、 TiO_2 、 Al_2O_3 、 Ga_2O_3 、などのその他の成分を導入してもよい。

【0047】さらに、上記組成範囲ならびにより好ましい組成範囲において、 B_2O_3 、 SiO_2 、 ZnO 、 Li_2

II

O、La₂O₃、Gd₂O₃、ZrO₂、Ta₂O₅、WO₃、Y₂O₃、Yb₂O₃の合計含有量が95%以上であることより好ましく、99%以上であることがさらに好ましく、100%であることが一層好ましい。

【0048】さらに本発明の光学ガラス(I、II、III)は、カドミウムなどの環境上問題となる元素、トリウムなどの放射性元素、ヒ素などの有毒な元素を含まないことが望ましい。また、ガラス溶融時の揮発などの問題からフッ素も含まないことが望ましい。

【0049】本発明の光学ガラス(I、II、III)は、例えば、常法により原料化合物を調合し、溶解、清澄、攪拌、均一化することにより製造することができる。また、本発明の光学ガラス(I、II、III)が得られるガラス融液を40×70×15mmのカーボン製の金型に流し、ガラスの転移点温度まで放冷してから、ガラスの転移温度で1時間アニールした後、室温まで放冷したガラス中に、顕微鏡で観察できる結晶は析出しない。このように、本発明の光学ガラス(I、II、III)の安定性は優れている。なお、本発明の光学ガラスは、可視光領域で透明であり、レンズやプリズム、その他の光学素子に好適なものである。

【0050】次に、前述の光学ガラス(I、II、III)よりなる精密プレス成形用プリフォームおよびその製造方法について説明する。精密プレス成形用プリフォームとは加熱して精密プレス成形に供する予め成形されたガラス素材のことである。先に説明したように、精密プレス成形は、光学機能面をプレス成形によって形成し、研削、研磨加工を施さずに最終製品である光学素子を作製する。したがって、精密プレス成形品の光学機能面以外の部分に研削、研磨などの除去加工を施さない場合、プリフォームの重量は最終製品の重量に等しくする(精密プレス成形品の重量も前記重量と等しい)。目的とする精密プレス成形品の重量を基準にしたとき、プリフォームの重量が小さすぎると精密プレス成形時にガラスがプレス成形型の成形面に充分充填されず、所望の面精度が得られなかったり、成形品の厚みが所望の厚みよりも薄くなるなどの問題が生じる。また、プリフォームの重量が大きすぎると、余分なガラスがプレス成形型間の隙間に入り込んで成形バリを生じたり、成形品の厚みが所望の厚みより厚くなるなどの問題が生じる。したがって、精密プレス成形用プリフォームの重量は、プレス成形後に光学機能面などを研削、研磨などによって仕上げる一般的なプレス成形用のガラス素材よりも精密に管理する必要がある。さらに、精密プレス成形用プリフォームの場合、プリフォームの表面がプレス成形品の表面として最終製品に残るため、プリフォームの表面にはキズや汚れなどがないことが要求される。

【0051】このような精密プレス成形用プリフォームの製造方法としては、溶融ガラスを流出して、所望重量の溶融ガラス塊を分離し、その溶融ガラス塊をプリフォーム

ーに成形する方法(以下、熱間成形法という)、あるいは溶融ガラスを型に詰込み、成形したものを冷却し、得られたガラス塊を所望の大きさに機械加工する方法(以下、冷間加工法という)などがある。

【0052】熱間成形法では、溶融、清澄、均質化された、例えば1000~1400℃程度の温度、0.1~5dPa·s程度の粘度を示す溶融ガラスを用意し、3~60dPa·s程度の粘度になるように温度調整して流出ノズルあるいは流出パイプから排出し、プリフォームに成形する。温度調整の方法としては、流出ノズル、流出パイプの温度を制御する方法を例示できる。流出ノズル、流出パイプの材質としては白金または白金合金が望ましい。具体的な成形方法としては、溶融ガラスを流出ノズルから所望重量の溶融ガラス滴として滴下し、それを受け部材によって受けてプリフォームに成形する方法、同じく所望重量の溶融ガラス滴を前記流出ノズルより液体窒素などに滴下してプリフォームを成形する方法、白金または白金合金製の流出パイプより溶融ガラス流を流下させ、溶融ガラス流の先端部を受け部材で受け、溶融ガラス流のノズルと受け部材の間にくびれ部を形成した後、くびれ部にて溶融ガラス流を分離して受け部材に所望重量の溶融ガラス塊を受けてプリフォームに成形する方法などがある。溶融ガラスを滴下する場合、ガラスの粘度としては3~30dPa·sが好ましく、溶融ガラスを溶融ガラス流として流下する場合は、ガラスの粘度としては2~60dPa·sが好ましい。

【0053】プリフォームの形状は、精密プレス成形品の形状を考慮して決めればよいが、好適な形状としては球状、楕円球状などを例示することができる。また、熱間成形はガラスが軟化温度以上の温度にあるときにプリフォームの表面が形成されるので、滑らかな表面を得やすい。特に、溶融ガラス塊を成形型などの上で風圧により浮上させながらプリフォームに成形したり、液体窒素などの常温、常圧下では気体の物質を冷却して液体にした媒体中に溶融ガラス滴を入れてプリフォームに成形する方法では、キズ、汚れ、表面の変質などがない滑らかな表面、例えば自由表面を有するプリフォームを容易に作製することができる。

【0054】一方、冷間加工法では、例えば、上述のように溶融、清澄、均質化した溶融ガラスを鋳型などに流し込み、ガラスブロック状に成形、徐冷し、歪みを低減した後、切断などの機械加工により所望の寸法あるいは重量のガラス塊を作製し、表面を平滑にする工程を行ってプリフォームを得る。

【0055】次に、このようなプリフォームを精密プレス成形して光学素子を作製する方法について説明する。精密プレス成形では、予め成形面を所望の形状に高精度に加工されたプレス成形型を用いるが、成形面には、プレス時のガラスの融着を防止するため、離型膜を形成してもよい。精密プレス成形は、成形型成形面の酸化など

による損傷を防止するため、窒素ガスなどの非酸化性ガス雰囲気中で行うことも含め、公知の方法を用いることができる。

【0056】このようにして、本発明の光学ガラス(I、II、III)よりなる球面レンズ、非球面レンズ、マイクロレンズ、レンズアレイ、マイクロレンズアレイなどの各種レンズ、プリズム、ポリゴンミラーなどの光学素子を光学機能面に機械加工を施すことなしに作製することができる。

【0057】

【実施例】以下、本発明を実施例によりさらに具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

実施例1～58

表1～表6に示すガラス組成になるように、原料としてそれぞれ相当する酸化物、炭酸塩、硫酸塩、硝酸塩、水酸化物など、例えば、 SiO_2 、 H_3BO_3 、 La_2O_3 、 ZnO 、 ZnCO_3 、 ZrO_2 、 Li_2CO_3 などを用いて250～300g秤量し、十分に混合して調合パッチと成し、これを白金るつぼに入れ、1200～1450℃²⁰

に保持した電気炉中において、攪拌しながら空気中で2～4時間ガラスの溶融を行った。溶融後、ガラス融液を40×70×15mmのカーボン製の金型に流し、ガラスの転移点温度まで放冷してから直ちにアニール炉に入れ、ガラスの転移温度範囲で約1時間アニールした後、炉内で室温まで放冷し光学ガラスを得た。得られた光学ガラス中には、顕微鏡で観察できる結晶は析出しなかった。

【0058】なお、光学ガラスの特性は、以下に示す方法により測定した。その結果を表1～表6に示す。

(1) 屈折率(n_d)及びアッペ数(v_d)

$T_g - T_s$ 間の温度で保持した光学ガラスを、降温速度を-30℃/hrにして得られた光学ガラスについて測定した。

(2) 転移温度(T_g)及び屈伏点温度(T_s)

理学電機株式会社の熱機械分析装置により昇温速度を4℃/minとして測定した。

【0059】

【表1】

表1 異施例

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
B2O3	32.28	35.48	33.86	33.33	35.20	34.65	35.48	35.63	30.28	31.62
SiO2	9.45	9.68	9.45	9.52	9.60	9.45	9.68	9.72	9.56	9.49
La2O3	9.06	9.27	7.87	9.13	9.20	9.06	8.96	8.10	10.36	9.49
Gd2O3	9.06	9.27	7.87	9.13	9.20	9.06	8.96	8.10	10.36	9.49
ZnO	28.35	24.19	28.35	26.67	25.60	28.35	22.58	22.67	22.31	23.72
Li2O	3.94	4.03	3.94	3.97	4.00	2.36	5.65	5.67	5.58	5.53
ZrO2	4.72	4.84	4.72	3.17	4.80	4.72	6.45	5.67	3.98	3.95
Ti2O5	3.15	3.23	3.15	3.17	2.40	2.36	4.03	3.64	2.79	1.98
W2O3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.74
(モル%)	Y2O3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Yt2O3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nb2O5	0.00	0.00	0.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.81	0.00	0.00
BaO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(ΣLn2O3)	(18.12)	(18.54)	(15.74)	(18.20)	(18.40)	(18.12)	(16.12)	(16.20)	(20.72)	(18.98)
(La2O3/ΣLn2O3)	(0.50)	(0.50)	(0.50)	(0.50)	(0.50)	(0.50)	(0.50)	(0.50)	(0.50)	(0.50)
(Li2O+Y2O3/nO)	(32.28)	(28.23)	(32.28)	(32.54)	(29.60)	(30.71)	(28.23)	(28.34)	(27.89)	(27.26)
(La2O3-Gd2O3)	(18.12)	(18.54)	(15.74)	(18.20)	(18.40)	(18.12)	(16.12)	(16.20)	(20.72)	(18.98)
合計R	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Tg(TMA)(℃)	556	573	556	564	570	577	562	561	565	556
物	616	623	606	614	620	627	612	611	615	606
nd	1.81751	1.81014	1.81033	1.81032	1.81040	1.80680	1.80756	1.81001	1.84150	1.83528
vd	43.95	44.51	43.26	44.40	44.50	44.97	43.77	43.20	40.85	41.79
比貢	5.08	5.00	4.92	6.05	5.01	4.99	4.91	4.87	5.30	5.13

(注) $\text{La}_2\text{O}_3 \Sigma \text{Ln}_2\text{O}_3$ はモル分率である。

17

		実施例									
		1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
B2O3	30.83	30.28	31.08	30.52	25.29	24.90	31.33	31.58	31.08	25.68	
SiO2	9.49	9.56	9.56	9.64	18.39	16.60	9.64	9.72	9.56	15.56	
La2O3	9.88	9.96	9.96	10.44	11.11	15.77	10.84	11.74	11.56	12.06	
Gd2O3	9.88	9.96	9.96	10.44	11.11	9.54	10.84	11.74	11.55	12.06	
ZnO	22.13	22.31	20.72	20.88	19.92	8.30	20.88	17.81	20.72	20.23	
Li2O	5.53	5.58	5.58	5.62	2.30	9.96	4.02	4.05	2.39	2.33	
ZrO2	4.74	3.98	5.58	4.02	3.83	3.32	4.02	4.05	3.98	3.89	
Ta2O5	1.98	3.59	2.79	3.61	3.45	4.15	3.61	2.83	2.79	3.50	
W03	5.53	4.78	4.78	4.82	4.60	5.81	4.82	6.48	6.37	4.67	
Y2O3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.66	0.00	0.00	0.00	0.00	
Yb2O3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Nb2O5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
BaO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
(Σ La2O3)	(19.76)	(19.92)	(19.92)	(20.88)	(22.22)	(26.97)	(21.61)	(23.48)	(23.10)	(24.12)	
(La _a 2O _b /ΣLa2O ₃)	(0.50)	(0.50)	(0.50)	(0.50)	(0.50)	(0.58)	(0.50)	(0.50)	(0.50)	(0.50)	
(Li2O+ZnO)	(27.67)	(27.89)	(26.29)	(26.51)	(22.22)	(18.26)	(24.90)	(21.86)	(23.11)	(22.57)	
(La2O _b -Cd2O ₃)	(19.76)	(19.92)	(19.92)	(20.88)	(22.22)	(25.31)	(21.68)	(23.48)	(23.10)	(24.12)	
合計量	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
T _g (TMA)(℃)	560	563	565	569	612	592	578	589	597	616	
物	610	613	615	619	662	647	628	639	647	659	
n _d	1.83660	1.84083	1.84096	1.84085	1.843905	1.839226	1.85065	1.85555	1.85922	1.86308	
v _d	41.46	40.45	40.92	40.52	40.72	39.97	40.53	40.15	40.02	40.50	
性	比重	5.21	5.31	5.24	5.34	5.41	5.43	5.39	5.45	5.48	5.55

(注) (La_a2O_b/ΣLa2O₃)はモル分率である。

【表3】

【0061】

表3

	実施例							
	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8
B ₂ O ₃	26.88	23.35	24.90	24.03	23.94	23.62	25.00	24.19
SiO ₂	12.65	18.68	16.06	16.50	15.44	15.75	16.13	16.06
La ₂ O ₃	12.65	12.45	12.85	12.79	11.97	12.99	12.90	12.85
Ga ₂ O ₃	12.65	12.45	12.85	12.79	11.97	12.99	12.90	12.85
ZnO	20.55	17.12	14.46	20.16	20.08	17.32	12.90	14.46
Li ₂ O	2.37	3.89	6.43	2.33	2.32	3.94	6.45	7.26
ZrO ₂	3.95	3.98	4.02	3.88	5.41	4.72	4.84	4.02
T ₁ O ₂ O ₅	3.56	3.50	3.61	3.88	4.25	3.94	4.03	2.81
W ₂ O ₃	4.74	4.67	4.82	4.65	4.63	4.72	4.84	4.82
Y ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.66	0.00	0.00
Y ₁ O ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nd ₂ O ₅	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BaO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TiO ₂	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(ΣLn ₂ O ₃)	(25.30)	(24.90)	(25.70)	(25.58)	(23.94)	(25.38)	(25.80)	(25.70)
(La ₂ O ₃ ΣLn ₂ O ₃)	(0.60)	(0.50)	(0.50)	(0.50)	(0.50)	(0.50)	(0.50)	(0.50)
(Li ₂ O+ZnO)	(22.92)	(21.01)	(20.88)	(22.48)	(22.39)	(21.26)	(19.35)	(20.16)
(La ₂ O ₃ +Gd ₂ O ₃)	(25.30)	(24.90)	(25.70)	(25.58)	(23.94)	(25.98)	(25.80)	(25.70)
合計#	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
T _g (TMA)(℃)	617	612	597	617	623	620	605	604
物性	nd	1.87132	1.86218	1.86398	1.88085	1.87673	1.86734	1.86845
	v d	39.97	40.20	40.51	39.82	39.19	39.64	40.04
	比重	5.63	5.55	5.65	5.65	5.68	5.57	5.58

(注) (La₂O₃ΣLn₂O₃)はモル分率である。

21

表4 実 施 例

	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0
B ₂ O ₃	24.90	24.51	24.90	24.10	24.10	25.51	24.49	24.69	24.49	24.49
SiO ₂	16.06	15.81	16.06	16.06	16.06	16.46	16.33	16.46	16.33	16.33
La ₂ O ₃	12.85	11.86	12.05	12.05	12.85	12.35	12.24	12.35	12.24	12.24
Gd ₂ O ₃	12.85	11.86	12.05	12.05	12.85	12.35	12.24	12.35	12.24	12.24
ZnO	14.46	14.23	14.46	14.46	14.46	14.46	13.88	11.43	9.88	9.80
Li ₂ O	6.43	6.32	6.43	6.43	6.43	6.43	9.05	8.98	9.05	8.98
ZrO ₂	4.02	3.95	4.02	4.02	4.02	4.12	4.08	4.12	4.08	4.08
Y ₂ O ₅	3.61	3.56	3.61	3.61	3.61	3.70	3.67	4.53	3.67	3.67
W ₂ O ₃	0.00	1.74	4.82	4.82	4.82	4.91	4.90	4.94	6.53	6.53
Y ₂ O ₃	0.00	0.00	1.61	0.00	0.80	0.00	1.65	1.63	1.65	1.63
Y ₂ O ₃ (モル%)	0.00	0.00	0.00	1.61	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00
Nb ₂ O ₅	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BaO	0.00	3.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TiO ₂	4.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(Σ La ₂ O ₃)	(25.70)	(23.72)	(25.71)	(25.71)	(26.50)	(26.50)	(26.35)	(26.11)	(26.35)	(26.11)
(La ₂ O ₃ +Σ Ln ₂ O ₃)	(0.50)	(0.50)	(0.47)	(0.47)	(0.48)	(0.48)	(0.47)	(0.47)	(0.47)	(0.47)
(La ₂ O ₃ +ZnO)	(20.88)	(20.55)	(20.88)	(20.88)	(20.88)	(20.88)	(18.53)	(20.41)	(18.53)	(18.78)
(La ₂ O ₃ +Gd ₂ O ₃)	(25.70)	(23.72)	(24.10)	(24.10)	(25.70)	(25.70)	(24.70)	(24.48)	(24.70)	(24.48)
合計量	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
T _g (TMAC) ^o	604	596	603	608	609	595	594	600	595	595
物	662	653	659	660	665	654	651	662	657	652
n _d	1.85574	1.85564	1.86207	1.86238	1.86818	1.86819	1.865642	1.863949	1.86360	1.86120
v _d	-	40.42	40.40	40.32	40.25	40.27	40.19	40.82	40.60	40.01
比重	5.40	5.50	5.50	5.60	5.57	5.63	5.44	5.47	5.51	5.50

(注) (La₂O₃+Σ Ln₂O₃)はモル分率である。

【0063】

【表5】

表5 実施例										
	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	5.0
B2O3	25.10	24.69	24.49	24.20	24.49	24.59	25.00	25.10	25.51	25.10
SiO2	16.74	16.46	16.33	16.13	16.33	16.39	16.19	16.46	16.19	16.19
La2O3	12.55	12.35	12.24	15.32	17.14	15.57	15.57	15.38	15.64	14.57
Gd2O3	12.55	12.35	12.24	8.87	7.35	9.43	9.02	8.91	9.05	11.34
ZnO	5.06	9.88	9.80	9.68	9.80	9.84	9.84	12.96	9.88	12.96
Li2O	11.72	9.05	8.98	8.87	8.98	9.02	9.02	7.29	9.05	7.29
ZrO2	4.18	4.12	4.08	4.03	4.08	3.28	3.28	3.24	3.29	4.05
Ta2O5	3.77	4.53	3.67	3.63	3.67	3.69	3.69	3.64	3.70	3.64
WO3	6.69	4.94	6.53	6.45	6.53	6.56	6.56	5.67	5.76	4.86
Y2O3	1.67	0.90	0.90	2.81	1.63	1.64	0.00	1.62	1.65	0.00
(モル%)	Yb2O3	0.00	1.65	1.63	0.00	0.00	0.00	1.64	0.00	0.00
Nb2O5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bi2O3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(ΣLn2O3)	(26.79)	(26.35)	(26.11)	(27.00)	(26.12)	(26.64)	(26.23)	(26.91)	(26.34)	(25.91)
(La2O3)/ΣLn2O3)	(0.47)	(0.47)	(0.47)	(0.57)	(0.55)	(0.58)	(0.55)	(0.59)	(0.59)	(0.56)
(Li2O+ZnO)	(16.74)	(18.93)	(18.78)	(18.55)	(18.78)	(18.86)	(18.81)	(20.24)	(18.93)	(20.24)
(La2O3+Gd2O3)	(25.10)	(24.70)	(24.48)	(24.19)	(24.49)	(25.00)	(24.59)	(24.23)	(24.69)	(25.91)
合計量	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
物性	Tg(°MΛ)(°C)	597	599	597	598	591	594	590	594	597
	Tg(°C)	640	655	653	656	646	649.6	647	651	645
比	nd	1.85901	1.86382	1.861456	1.86702	1.86545	1.86435	1.86180	1.86039	1.86775
重	v.d.	39.92	40.10	39.60	39.68	39.57	39.83	39.86	40.17	40.31
	比重	5.46	5.60	5.60	5.43	5.39	5.44	5.41	5.42	5.38
										5.48

(注) (La2O3+ΣLn2O3)はモル分率である。

【表6】

表6

		実施例							
		5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8
ガラス組成(モル%)	B ₂ O ₃	25.10	25.10	25.10	24.70	24.80	24.90	28.24	26.29
	SiO ₂	16.19	16.19	16.19	15.94	16.00	16.06	12.55	15.94
	La ₂ O ₃	12.96	14.57	15.38	14.34	14.40	14.46	10.20	11.16
	Gd ₂ O ₃	11.34	9.72	8.91	9.56	9.60	9.64	10.20	11.16
	ZnO	12.96	12.96	12.96	14.34	13.60	12.85	23.53	19.12
	Li ₂ O	7.29	7.29	7.29	7.17	7.60	8.03	5.49	7.17
	ZrO ₂	3.24	3.24	3.24	3.19	3.20	3.21	5.49	3.98
	Ta ₂ O ₅	3.64	3.64	3.64	3.59	3.60	3.61	2.74	3.59
	WO ₃	5.67	5.67	5.67	5.58	5.60	5.62	1.57	1.59
	Y ₂ O ₃	0.81	0.81	0.81	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00
	Yb ₂ O ₃	0.81	0.81	0.81	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00
	Nb ₂ O ₅	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	BaO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	TiO ₂	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	(Σ Ln ₂ O ₃)	(25.92)	(25.91)	(25.91)	(25.50)	(25.60)	(25.70)	(20.40)	(22.31)
	(La ₂ O ₃ /Σ Ln ₂ O ₃)	(0.50)	(0.56)	(0.59)	(0.56)	(0.56)	(0.56)	(0.50)	(0.50)
	(Li ₂ O+ZnO)	(20.24)	(20.24)	(20.24)	(21.51)	(21.20)	(20.88)	(29.02)	(26.29)
	(La ₂ O ₃ +Gd ₂ O ₃)	(24.30)	(24.29)	(24.29)	(23.90)	(24.00)	(24.10)	(20.40)	(22.32)
	合計量	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
物性	T _g (TMA)(°C)	598	594	595	592	592	589	579	567
	T _s (°C)	656	650	650	648	648	644	635	621
	n _d	1.86083	1.86147	1.86156	1.86164	1.86078	1.85964	1.83553	1.83327
	v _d	40.19	40.22	40.15	40.04	40.32	40.11	42.80	42.78
	比重	5.52	5.49	5.47	5.49	5.48	5.47	5.29	5.25

(注) (La₂O₃/Σ Ln₂O₃)はモル分率である。

【0065】このように、B₂O₃、SiO₂、La₂O₃、Gd₂O₃、ZnO、Li₂O、ZrO₂、Ta₂O₅を含み、ガラス転移温度が630°C以下であり、屈折率n_dおよびアッペ数v_dが、関係式

$$1.80 < n_d \leq 1.90$$

$$3.5 < v_d \leq 5.0$$

$$n_d \geq 2.025 - (0.005 \times v_d)$$

をいずれも満たす精密プレス成形用光学ガラスを得ることができる。

【0066】実施例59

次に、実施例1～58の各光学ガラスよりなる精密プレス成形用プリフォームを次のようにして作製した。まず、上記光学ガラスが得られる溶融ガラスを溶融、清澄、均質化することにより用意し、温度調整された白金合金製の流出ノズルから受け部材に滴下し、受け部材の凹部において、この凹部の底部に設けられたガス噴出口より上方に向けてガスを噴出しながら、受けた溶融ガラス滴を浮上、回転させて球状のプリフォームに成形した（方法1）。得られたプリフォームの重量は目的とする最終製品の重量と一致しており、失透することなく、表面は滑らかでキズ、汚れ、変質などの欠陥がないものであった。

【0067】次に、上記の方法と同様に、流出ノズルから溶融ガラス滴を液体窒素に滴下して同じく球状のプリフォームを成形した（方法2）。このプリフォームも上記方法と同様、失透することなく、重量精度が高い、表面が滑らかで欠陥のないものであった。

【0068】今度は、上記溶融ガラスを流出パイプより

溶融ガラス流として流下させ、下端部を受け型で受け、流下する溶融ガラス流の途中にくびれを作り、くびれよりも下のガラスの重量が所定値に達したときに、くびれた部分において溶融ガラス流が分離されて、分離した前記重量の溶融ガラス塊を受け型を用いてプリフォームに成形した（方法3）。このプリフォームも上記方法と同様、失透することなく、重量精度が高い、表面が滑らかで欠陥のないものであった。

【0069】実施例60

実施例59の方法1で得られた実施例1～58の各種光学ガラスよりなる球状のプリフォームを加熱し、図2に示すプレス装置を用い、精密プレス成形（非球面精密プレス）することにより非球面レンズを得た。

【0070】精密プレス成形の詳細は次にとおりである。上記プリフォーム4を、非球面形状を有するSiC製の下型2及び上型1の間に静置したのち、石英管11内を窒素雰囲気としてヒーター12に通電して石英管14内を加熱した。成形金型内部の温度をガラスの屈点温度+20～80°Cとなる温度に設定し、同温度を維持しつつ、押し棒13を降下させて上型1を押して成形鉄型内の被成形ガラス塊をプレス成形した。成形圧力を8MPa、成形時間を30秒としたプレスの後、成形圧力を低下させ、非球面プレス成形されたガラスの成形物を下型2及び上型1と接触させたままの状態でガラスの転移温度-30°Cの温度まで徐冷し、次いで室温まで急冷した。その後非球面レンズに成形されたガラスを成形金型から取り出し、形状の測定および外観検査を行った。得られた非球面レンズは、きわめて精度の高いレン

ズであった。なお、図2において、符号3は案内型（胴型）、9は支持棒、10は支持台、14は熱伝対である。

【0071】同様にして実施例5～9の方法2、方法3によって成形された実施例1～5～8の各種光学ガラスよりなるプリフォームを用い、精密プレス成形により非球面レンズを得た。得られた非球面レンズは、上記レンズと同様、きわめて精度の高いレンズであった。本実施例で用いたプリフォームはいずれも球状で直径が2～30mmのものであるが、プリフォームの形状、寸法は作製しようとする精密プレス成形品の形状等により適宜、決めればよい。

【0072】なお、最終製品の形状に合わせたプレス成形型を用いれば、他のレンズ、あるいはプリズム、ポリゴンミラーなどの光学素子を作製することもできる。得られた光学素子の光学機能面には必要に応じて反射防止膜あるいは高反射膜などの光学多層膜を形成することもできる。

【0073】

【発明の効果】本発明によれば、精密プレス成形後に光学機能面に研削や研磨などの機械加工を必要としない、例えば超精密非球面レンズなどの光学素子の製造に用いられる高屈折率特性かつ低分散特性を兼ね備えた精密

レス成形用光学ガラスを提供することができる。

【0074】また、本発明によれば、上記光学ガラスよりも精密な光学素子を量産性よく作製する光学素子の製造方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

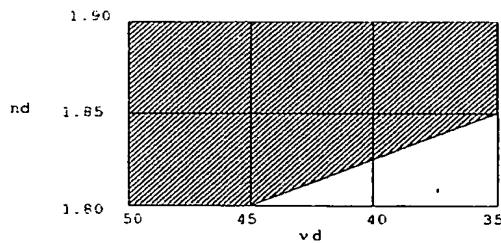
【図1】本発明の光学ガラスの1態様における屈折率n_dおよびアッペ数v_dの領域を示すグラフである。

【図2】実施例で使用した精密プレス成形装置の1例の概略断面図である。

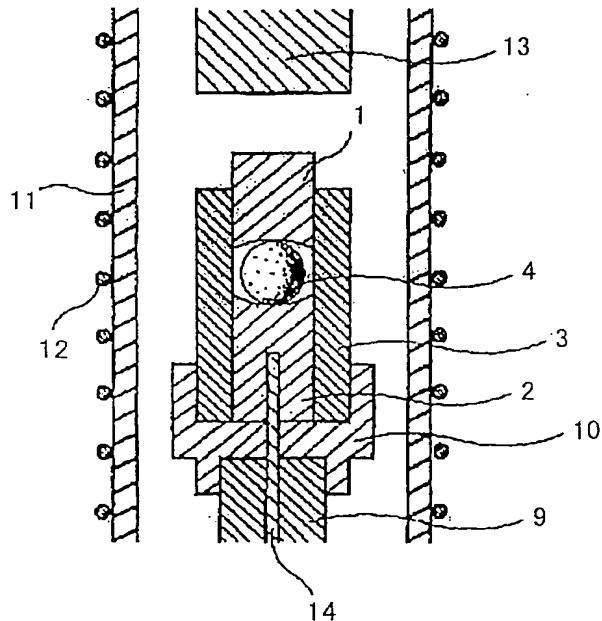
【符号の説明】

- 1 上型
- 2 下型
- 3 案内型（胴型）
- 4 プリフォーム
- 9 支持棒
- 10 支持台
- 11 石英管
- 12 ヒーター
- 13 押し棒
- 14 熱伝対

【図1】



【図2】



フロントページの続き

F ターム (参考) 4G062 AA04 BB05 BB08 CC04 CC10
DA03 DA04 DB01 DC04 DC05
DD01 DE03 DE04 DE05 DF01
EA02 EA03 EA04 EB01 EC01
ED01 EE01 EF01 EG01 EG02
FA01 FB01 FC02 FC03 FC04
FD01 FD02 FE01 FF01 FG01
FG02 FH02 FH03 FJ01 FJ02
FJ03 FK03 FK04 FL01 GA01
GB01 GC01 GD01 GE01 HH01
HH03 HH05 HH07 HH08 HH09
HH11 HH13 HH15 HH17 HH20
JJ01 JJ03 JJ05 JJ07 JJ10
KK01 KK03 KK04 KK05 KK07
KK08 KK10 MM02 NN01